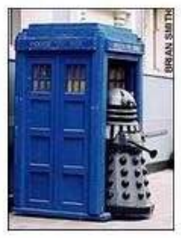
Revista de Enseñanza de la Física

ASOCIACION DE PROFESORES DE FISICA DE LA ARGENTINA

VOLUMEN 4 - NUMERO 1

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

Revista de Enseñanza de la Física

Volumen 4 – Número 1 – Diciembre 1991

Editorial 3

Física básica en la enseñanza de la Física

Termocuplas: una alternativa para la medición de temperaturas
M.A. LARA Y R. GASPAR 6

Colores
A. RELA 12

Cómo es una holografía
A. MAIZTEGUI Y L. IPARRAGUIRRE 19

Problemática de la Enseñanza

Reflexiones sobre la Enseñanza y difución de la Astronamía
J. SERSIC 28

Historia de la Ciencia

Modernos Arquitectos del Sistema Periódico
L. RUBY 36

Taller y Laboratorio

Péndulo Electromagnético
A. FRASCINO 44

Informaciones sobre Instituciones, Sociedades, Congresos y Reuniones 47

Comentarios sobre Libros o Artículos 57

Revista de Enseñanza de la Física

Volumen 4 – Número 1 – Diciembre 1991

Director Editor:
Alberto P. Maiztegui

Editores Responsables:
Victor H. Hamity y Vicente C. Capuano

Comisión Editorial Asesora

B. Bustos; M. Rabe; F. Verzino (Inst. Cat. del Profesorado) – R. Calvo; M. Passeggi (INTEC, Santa Fe) – J. Corujo (Inst. del Prof. de Paraná) – L. Cudmani; M. Pesa; J. Salinas (U.N. de Tucumán) – H. Erramuspe (Com.N. de E. Atómica) – C. Escudero; A. Macías (U.N. de San Juan) – S. M. Islas; R. Gratton; B. Toledo (U.N. del Centro de la P. de Bs. As.) – C. Aranega; H. Juri; J. Li Gambi; E. Perpiñal; O. Reula; N. Schinitman (U.N. de Córdoba) – M. Villada (Obs. Astronómico de Córdoba) – W. Mulhall (U.N. de Rosario) – A. Rela (U.B.A.) – E. Martinez (C.A.B.) – R. Pozo; M. I. Cotignola; M. Baade; E. G. de Mirasson; R. Romero.

Corrresponsales en el exterior:
Prof. Marco A. Moreira – (U. R. do Sul, Porto Alegre)

Autoridades de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina
Presidente: Prof. Vicente Capuano
Secretaria: Prof. Beatriz Bustos
Tesorera: Prof. Fabiana Verzino

El presente número se realizó con el auspicio de la Univ. Nac. de Córdoba (F.C.E.F. y N – Fa.M.A.F.), la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Provincia de Córdoba.

I.S.S.N.: 0326 – 7091 – Prohibida su reproducción total o parcial.
Registro Nacional de la Propiedad Intelectual: N° 329325

EDITORIAL

Nuestra "Revista de Enseñanza de la Física" inicia una segunda época con este número. Desde su aparición en 1985 hasta mediados de 1990 estuvo dirigida por la Profesora Rosa Adam, quien renunció el año pasado. En la reunión de Marzo de 1991, en Córdoba, la Comisión Directiva de APFA encargó la dirección de la Revista al Dr. Alberto P. Maiztegui, y en la reunión de Julio de 1991, en Mendoza, ella aprobó la nueva estructura por él propuesta. Sean nuestras primeras palabras, como nuevos editores responsables, de reconocimiento y agradecimiento a la Profesora Rosa Adam y a sus colaboradores (particularmente a Elvira Cicerchia, actualmente radicada en Italia) por la tarea desarrollada. Con su orientación la Revista nació con un formato, presentación y contenidos que lograron el respeto de todos desde el primer número. Sabemos de la ciclópea tarea realizada para llevar adelante la empresa, no siempre en las mejores condiciones, y esperamos seguir avanzando por el camino abierto.

En esta nueva época la orientación será responsabilidad de un Comité Ejecutivo, encabezado por Alberto P. Maiztegui como Director–Editor e integrado por Vicente Capuano y Víctor Hugo Hamity como Editores Responsables.

Una Comisión Editorial Asesora cumplirá las tareas de asesorar al Comité Ejecutivo, actuar como evaluadores y aportar contribuciones bajo la forma de artículos originales, informaciones científicas y docentes útiles para la comunidad, proposiciones, etc; es decir, con material para las distintas secciones que tendrá la Revista.

El conjunto de personas cuyos nombres, como integrantes de la Comisión Asesora de la Editorial, figuran en este número de la Revista, es el de aquéllos que ya han respondido afirmativamente a nuestra invitación de integrarla; esperamos completar la nómina en el próximo número.

Nuestras aspiraciones mayores (además de la buena calidad del material ofrecidos por la Revista a sus lectores) son la continuidad y la periodicidad de su aparición. Esperamos publicar por lo menos dos números por año, hacia Marzo o Abril y Setiembre u Octubre.

Compartimos y reafirmamos las ideas expresadas en la nota Editorial del primer número de la Revista, en Junio de 1985, por Rosa Adam y Elvira Cicerchia, sus directoras de entonces, porque creemos que la Revista es necesaria para cumplir con funciones importantes en Educación en la Física, principalmente promover la investigación, el desarrollo y la innovación en ese campo, y la transferencia de sus resultados al aula, tan rápidamente como sea posible.

En este número incluímos varios artículos y diverso material que fueran enviados hace tiempo para su publicación, y ésta no fue posible por diversas circunstancias que escaparon a la voluntad de los editores. Los incluímos ahora con nuestras disculpas a los autores por la demora incurrida involuntariamente.

Una de las secciones de nuestra revista, con la que esperamos mantener una fluída comunicación con nuestros lectores, será "Cartas del Lector": invitamos a todos los miembros de nuestra comunidad docente científica a emplear este medio para expresar sus inquietudes, problemas, aspiraciones y también sus satisfaciones (¡tan necesarias!) para comunicarse, no sólo con nosotros, los editores de la Revista, sino también con todos los lectores. Además, esperamos sus colaboraciones para las distintas secciones, para que podamos crecer, y también sus opiniones y sugerencias sobre la Revista misma: las recibiremos con mucho interés, las estudiaremos y consideraremos cuidadosamente.

Los Editores

TERMOCUPLAS: UNA ALTERNATIVA PARA LA MEDICION DE TEMPERATURAS

M. A. LARA[1] Y R. GASPAR[2]

[1] Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario
Santa Fe 2051, 2000 Rosario.
[2] Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario, Av. Pellegrini 250, 2000 Rosario.

RESUMEN

Dentro de las operaciones científico-tecnológicas, es necesario frecuentemente medir temperaturas. En este trabajo, se discute su proceso de medición, se describen las termocuplas y se explican algunas de sus propiedades. Luego se esquematiza su proceso de construcción, y se detallan los tipos más usuales.

ABSTRACT

In technical research, temperature measurement is a usual process. In this paper, the measurement procedures are analized, thermocouples are fully described and some of their properties are explained. Finally, construction techniques and usual types are given.

INTRODUCCION

La temperatura es sin duda una de las magnitudes físicas más medidas, tanto en experiencias de laboratorio como en actividades de produción o servicios.

Pese a ello, medir una temperatura no es una operación fácil. Primero es necesario precisar para qué se quiere medir una temperatura, cómo se la quiere medir (con qué periocidad, con qué precisión), y sobre todo, qué temperatura interesa.

Aclaremos este último aspecto. La Fig. 1 nos muestra un horno destinado a la cocción de cerámicos. Si estamos interesados en el proceso de cocción en sí, mediremos la temperatura de la pieza (T_C). Si queremos conocer el comportamiento de la aislación interior (T_p) y la temperatura ambiente (T_a). Finalmente, si hubiera substancias en el aire que afectasen al cerámico a partir de una cierta temperatura, tendremos que determinar la temperatura del propio aire interior (T_i). Para cada caso, en general, deberá recurrirse a dispositivos de medición diferentes, que registren los valores instantáneos o que tomen lecturas en el tiempo.

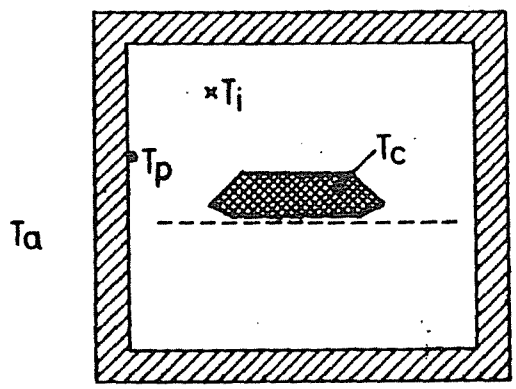


Figura 1: *Temperatura en un horno para cerámicos.*

El proceso básico de medir una temperatu-

ra requiere del uso de un termómetro. Un termómetro es un instrumento que proporciona una respuesta que depende de la temperatura. Existen termómetros de mercurio o de alcohol (los más conocidos para todos), pero se usan también termocuplas, termorresistencias y diversos dispositivos electrónicos. Dada la gran variedad de casos a estudiar, no existe un termómetro apto para cualquier uso. Al seleccionar uno para una aplicación dada, se deben conocer los rangos de temperatura a cubrir, el tiempo de respuesta, la precisión requerida, la rusticidad y durabilidad del termómetro, su costo y disponibilidad. En los laboratorios de física tradicionalmente se ha recurrido al termómetro de mercurio. Sin embargo, todos sabemos que son instrumentos frágiles, y que su tiempo de repuesta para algunas experiencias no es el adecuado. Con la disponibilidad reciente de multímetros electrónicos frágiles, de precio accesible, es muchas veces más conveniente recurrir al uso de termopares, usualmente llamados termocuplas.

En el presente trabajo se describe sintéticamente el principio de funcionamiento de una termocupla y las preocupaciones que deben tenerse en su uso para la medición de temperaturas. Se describen finalmente algunas técnicas para su construcción.

LA TERMOCUPLA

Una termocupla está formada por dos materiales diferentes, M_A y M_B (Fig. 2), unidos en dos puntos A y B. La unión eléctrica en dichos puntos puede producirse de diversas maneras, como se indica más adelante.

Estas dos uniones están a temperaturas T_2 y T_1, respectivamente. Si estas temperaturas son distintas, aparece una f.e.m. ε, que dependerá de los materiales y de las temperaturas:

$$\varepsilon \alpha f(M_A, M_B, T_1, T_2) \qquad (1)$$

En la figura 2, un milivoltímetro de alta resistencia interna indica dicha f.e.m. El fenómeno descripto en la Ec. 1 se denomina "efecto Seebek", y lo trataremos de explicar mediante un modelo simple. Dado un metal M, no cargado, con su superficie a una temperatura T, si deseamos extraerle una carga q es necesario suministrarle a la misma una energía

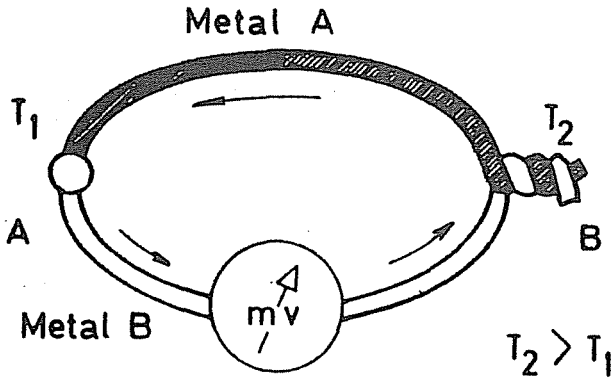


Figura 2: *Una termocupla. La flecha indica el sentido de recorrido del circuito, arbitrariamente adoptado.*

W_e, llamada "función de trabajo" del metal. Dicha energía se observa que resulta siempre proporcional al valor de q, es decir:

$$W_e = q.\Phi \qquad (2)$$

donde Φ se llama "potencial de extracción" del metal, siendo medida en Voltios. El potencial de extracción depende del tipo de metal (M) y de la temperatura superficial (T):

$$\Phi = \Phi(M,T) \qquad (3)$$

El proceso es reversible, es decir, para hacer ingresar una carga q al metal habrá que extraerle una energía de igual valor a la indicada en la Ec. 2 (es decir que la energía intercambiada es $-q \cdot \Phi$). Consideremos ahora la termocupla de la Fig.2. Recordemos la definición de fuerza electromotríz (f.e.m.) de un circuito: "En una trayectoria cerrada existe una f.e.m. de valor ε si una carga q que recorra el circuito intercambia una energía $W_T = q.\varepsilon$"

Si tomamos una carga q y recorremos al circuito en el sentido indicado, al cruzar la unión A la energía intercambiada es:

$$q \cdot \Phi(A, T_1)$$

para sacarlo de A, y

$$-q \cdot \Phi(B, T_1)$$

para introducirlo en B. Análogamente, en la otra unión las energías necesarias son $q.\Phi(B,T_2)$ y $-q.\Phi(A,T_2)$. Por lo tanto, la energía neta intercambiada en la trayectoria vale:

$$\begin{aligned} W_T &= q.\Phi(A,T_1) - q.\Phi(B,T_1) \\ &+ q.\Phi(B,T_2) - q.\Phi(A,T_2) \end{aligned}$$

por lo que la f.e.m. $\varepsilon = W_T/q$ es:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \Phi(A,T_1) - \Phi(B,T_1) \\ &- \Phi(A,T_2) + \Phi(B,T_2) \end{aligned} \qquad (4)$$

De modo que podemos calcular la f.e.m. "Seebeck" a través de la Ec. 4 si conocemos las funciones $\Phi(A,T)$ y $\Phi(B,T)$. Notemos que si $T_1 = T_2$ dicha f.e.m. es cero. La inversa no es cierta, dado un par de metales diferentes M_A y M_B, puede haber valores de temperaturas T_1 y T_2 diferentes y tales que la f.e.m. sea cero. Las f.e.m. generadas por efecto Seebeck son pequeñas, del orden de los microvoltios, por lo que se debe tener mucho cuidado en su medición. Por otro lado, mínimas alteraciones en la composición de los materiales pueden producir cambios sustanciales en los valores de las f.e.m. Por ello es necesario trabajar con materiales de elevada pureza e instrumentos de alta sensibilidad.

LA TERMOCUPLA COMO TERMOMETRO

Si seleccionamos los materiales que forman la termocupla, y conocemos sus propiedades, manteniendo fija una de las temperaturas (por ejemplo T_2), la f.e.m. dada por la Ec. 4 dependerá sólo de T_1:

$$\varepsilon = f(T_1) \qquad (5)$$

Estas funciones son sencillas. Para intervalos de temperaturas de algunas decenas de grados $f(T_1)$ puede considerarse lineal, y cuadrática o cúbica para intervalos mayores. Podemos usar la Ec. 5 al revés: medimos experimentalmente ε, y conocemos la función $f(T)$, podemos determinar T_1. Es decir, el dispositivo puede usarse como termómetro.

Desde el punto de vista eléctrico, el instrumento de medición equivale a un conductor, de un tercer material M_C. Si sus extremos están a la misma temperatura, la f.e.m. es independiente de la presencia de este conductor. Efectivamente, si en la Fig. 2 el milivoltímetro está a T_3,

$$\begin{aligned} \varepsilon &= q.\Phi(A,T_1) - q.\Phi(B,T_1) \\ &+ q.\Phi(B,T_3) - q.\Phi(C,T_3) \\ &- q.\Phi(B,T_3) + q.\Phi(B,T_2) \\ &- q.\Phi(A,T_2) \end{aligned} \qquad (6)$$

cancelándose los términos tercero con sexto y cuarto con quinto, quedandonos nuevamente la Ec. 4.

Usualmente la juntura 2 (llamada juntura de referencia) se mantiene a 0^oC, y la juntura 1 se coloca en el punto donde se desea medir la temperatura.

En la Tabla I se indican varios tipos de termocuplas (según la nomenclatura N.B.S. National Bureau of Standards, de los Estados Unidos), junto con el rango recomendado de uso de la termocupla. El máximo de dicho rango esta definido por los valores de temperaturas para las que los materiales son resistentes a la corrosión. La tensión indicada en dicha tabla corresponde a la maxima f.e.m. obtenible.

En la Fig. 3 se muestran las curvas para cada tipo de termocupla de la f.e.m. en función de la temperatura, para una temperatura T_2 de 0° C. Las máximas sensibilidades (relación entre la variación de la f.e.m. y la variación de temperatura) corresponden a aquellas curvas que tienen mayor pendiente (tipo E, J, T y K).

Habitualmente se dan en tablas o mediante fórmulas los valores de f.e.m. para una dada termocupla cuando la temperatura T_2 es 0° C. Si en nuestro "termómetro" tenemos esa situación, directamente de tablas o fórmulas se obtiene la temperatura desconocida. Si ello no es así, aún es posible medir temperaturas mediante termocuplas si conocemos la temperatura T_2. Efectivamente, si en la Ec. 4

MATERIALES DE UNION	Temp. de utilización (°C)	Rango de tensión (mV)	TIPO
- Platino 6% Rodio -Platino 3% Rodio	38 a 1800	13,6	B
- Tungsteno 5% Renio - Tungsteno 26% Renio.	0 a 2300	37,0	C
- Cromel - Constantan	0 a 982	75,0	E
- Hierro - Constantan	-184 a 760	50,0	S
- Cromel - Alumel	-184 a 1260	56,0	K
- Platino - Platino 13% Rodio	0 a 1593	18,7	R
- Platino - Platino 10% Rodio	0 a 1538	16,0	S
- Cobre - Constantan	-184 a 400	26,0	T

Tabla 1.1: MATERIALES, TEMPERATURAS DE USO Y RANGOS DE LA F.E.M. Y LETRA CON QUE SE LAS DESIGNA EN LAS NORMAS DE LA NATIONAL BUREAU OF STANDARS (N.B.S.).

sumamos y restamos $\Phi(A,0)$ y $\Phi(B,0)$ y reagrupamos, nos queda:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \Phi(A,T_1) - \Phi(B,T_1) \\ &+ \Phi(B,0) - \Phi(A,0) \\ &- (\Phi(A,T_2) - \Phi(B,T_2) \\ &+ \Phi(B,0) - \Phi(A,0)) \end{aligned}$$

La primera parte es la f.e.m. correspondiente a una termocupla con sus temperaturas a T_1 y 0 y el resto a un par con sus extremos a T_2 y 0, cambiado de signo. Es decir,

$$\varepsilon = f(T_1) - f(T_2) \qquad (7)$$

siendo $f(T_1)$ y $f(T_2)$ los valores de Tabla a T_1 y T_2 respectivamente.

Dado que ε es medido por el voltímetro y, conocido T_2, $f(T_2)$ se puede extraer de tablas, $f(T_1)$ es calculable. Podemos entonces evaluar T_1.

CONSTRUCCION DE TERMOCUPLAS

MATERIALES

Una de las precauciones que se debe tener en cuenta para evitar errores son las impurezas en los materiales. Como expresáramos antes, modificaciones mínimas en la composición química de los metales dan lugar a variaciones significativas de la f.e.m. Por ello, deberán elegirse partidas similares. Además, hay que tener en cuenta los efectos que producen la oxidación, las condensaciones y la contaminación, que pueden modificar la composición del metal. Por ello no es del todo conveniente su utilización en ambientes húmedos o corro-

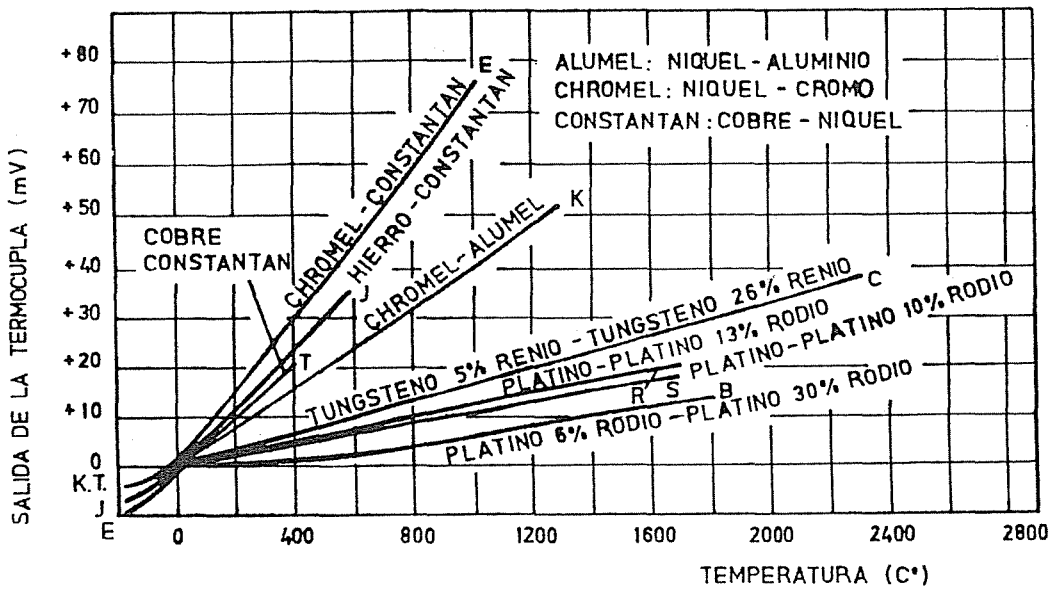


Figura 3: *f.e.m. en función de la temperatura, para varios tipos de termocuplas usuales.*

sivos. Si deben usarse en esos casos, debe recurrirse al uso de "vainas protectoras", que evitan estos procesos al separar la termocupla del medio ambiente.

Con respecto a la longitud del termopar, los errores no resultan importantes cuando la resistencia de la termocupla es despreciable frente a la del instrumento de medición. Sin embargo, como el costo por unidad de longitud de las termocuplas es importante, suele situarse la junta de referencia cerca del lugar de medición y luego se lleva la señal hasta el instrumento mediante los cables de idénticas características termoeléctricas, generalmente de cobre de buena calidad. Estos cables se denominan "cables compensados".

Varios son los factores a tener en cuenta en la elección de los conductores para la construcción de la termocupla. Se elegirán aquellos que respondan mejor al problema estudiado: su poder termoeléctrico, su resistencia a la corrosión, propiedades mecánicas, costo, disponibilidad del material en el mercado, etc.

La unión cobre constantán (tipo T, norma N.B.S.) es la más clásica y la más fácil de realizar. En los comercios se las puede conseguir bajo diferentes diámetros y envainadas en forma conjunta. El cobre presenta una resistencia pequeña, propiedad importante para mediciones a distancia. Como además los bornes de los instrumentos son generalmente de cobre, no aparecen f.e.m. térmicas adicionales. Se obvia en muchos casos el uso de cables compensados.

Los conductores deben estar bien aislados uno del otro en toda su extensión. Es conveniente envainarlos: se evitan contactos térmicos y eléctricos con otros elementos; además de darle rigidez mecánica. Previo a unir los metales, sus extremos deben estar perfectamente limpios. Generalmente se los une a través de una soldadura. Si además se retuercen ambos conductores en toda su longitud, se evita la presencia de interferencias electromagnéticas externas.

SOLDADURA

La unión que se utiliza más frecuentemente es la formada soldando los conductores con aporte de estaño (Fig. 4). Si toda la soldadura está a una única temperatura, la f.e.m. no se modifica.

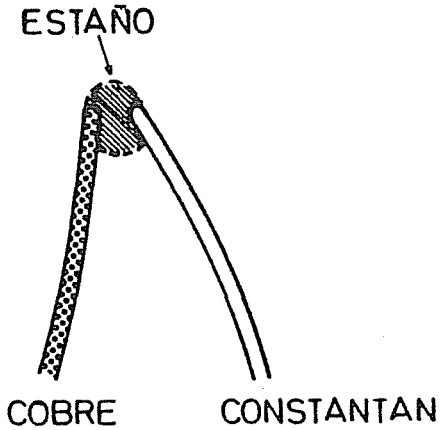


Figura 4: *Soldadura cobre–constantán con aporte de estaño.*

Otra unión simple es la producida en la soldadura por arco eléctrico. Se logran excelentes resultados aún en alambres de distinto diámetro. El arco se puede producir mediante la descarga de un condensador o utilizando una cuba de mercurio, donde está conectado un extremo de una fuente de corriente alterna de unos 125 Va., con tensiones de vacío de 12,5 V, y limitada en corriente a unos 10 A. El arco se produce en el mercurio, como se indica en la Fig. 5.

Un poco más compleja es la soldadura por fusión, utilizando la temperatura producida por la combustión de gases en atmósfera reductora.

Finalmente, en la soldadura por forja, se unen los conductores por la presión producida a través de otro material duro.

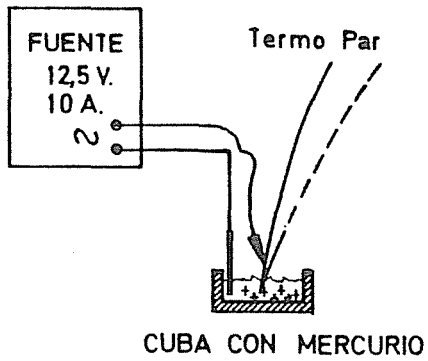


Figura 5: *Esquema de la soldadura por descarga eléctrica.*

BIBLIOGRAFIA

1. Alegre, M. R., Ancey, M y otros – 1959 –*Etude de Pyrometrie Pratique* – Ed. Eyrolles – Paris.
2. Benedict. R.P.– 1977 –*Fundamentals of Temperature, Pressure and Flow Measurements* – Ed. J. Wiley & Sons – U.S.A.
3. Dahl, A. I. – 1962 – *Applied Methods & Instruments, Vol. III* – Ed. Reinhold Publ. – New York.
4. Dean Baker, H. – 1950 – *Manual on Thermometry with Emphasis on Thermoucuple Techniques* – East Hartford, Conn. – U.S.A.
5. E. H. Paul. – 1960 –*Thermoelectricity* – Ed. J. Wiley & Sons – U.S.A.

COLORES

AGUSTIN RELA

Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales
Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

Referencias a la descomposición de la luz blanca a través del prisma de Newton, el arco iris, los catálogos de infinitas pinturas y los colores primarios de la industria gráfica y de la TV.

EL ARCO IRIS

¿ Cuántos colores tiene el arco iris? ¿ Son siete, según lo establece la tradición (rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violado)? ¿O son sólo seis? ¿ No hay en realidad infinitos colores? ¿ Están presentes **todos** los colores? ¿y dónde está el marrón? ¿Hay por lo menos algún color puro? ¿Qué es un color puro? ¿Qué es un color? ¿Qué son los colores espectrales, los primarios y los secundarios?

Lo que sí podemos afirmar sin lugar a dudas, es que el arco iris presenta colores, y siempre los mismos. Sin embargo, y a pesar de que un examen poco detenido puede hacernos pensar que se trata de los mismos colores que los que se logran con el prisma, en realidad no lo son: los colores del prisma, si la rendija por la que pasa la luz blanca es muy delgada, son colores monocromáticos, esto es compuestos por radiación de una única frecuencia, o un rango muy estrecho de frecuencias. El arco iris en cambio da lugar a colores resultantes de una superposición de variadas frecuencias, de modo semejante aunque no idéntico al que ocurriría con el prisma si se amplía el tamaño de la rendija: Cada punto del espectro sería incidido por luz proveniente de diferentes lugares de la rendija, y así resultaría una combinación continua de colores puros, que conforman un color compuesto.

DEFINICION DE COLOR

Hay que hacer, desde un principio, la distinción entre el color de un objeto y el color de un haz de luz. Imaginemos un objeto cualquiera, por ejemplo una hoja de papel blanco. Si se hacen incidir sobre ella radiaciones de diferente frecuencia, siempre puras, podrá comprobarse experimentalmente que el objeto blanco devuelve por reflexión casi íntegramente la radiación recibida, para todas las frecuencias empleadas. En el caso ideal extremo, el gráfico reflexión versus frecuencia (o longitud de onda = velocidad/frec.) será una recta horizontal ubicada en el ciento por ciento. Si se tratase de un objeto perfectamente negro, el gráfico de su reflectancia en función de la longitud de onda sería también una recta horizontal, pero esta vez en el cero por ciento. Un cuerpo gris de tono medio dará una recta ubicada en el 50 %. Rectas a diferentes alturas representan diferentes intensidades de gris. E resto de las curvas posibles con dominio en la longitudes de onda y rango entre el cero y e ciento por ciento corresponderán a todos lo colores imaginables, siempre que exceptuemo a los colores fluorescentes, que son los de lo carteles de descuento de las farmacias, que tie nen la propiedad de recibir radiación en un frecuencia y devolverla en otra frecuencia d ferente, y esto no puede representarse en u gráfico de dos dimensiones. También hacem abstracción de esos colores metalizados de l ilustraciones de algunas revistas, que posee esa apariencia por la direccionalidad de la r flexión.

Notemos que esta definición de color pinta (o impreso) es independiente de cualquier co

sideración sobre la naturaleza de la luz blanca, o del verdadero espectro de la luz solar o artificial.

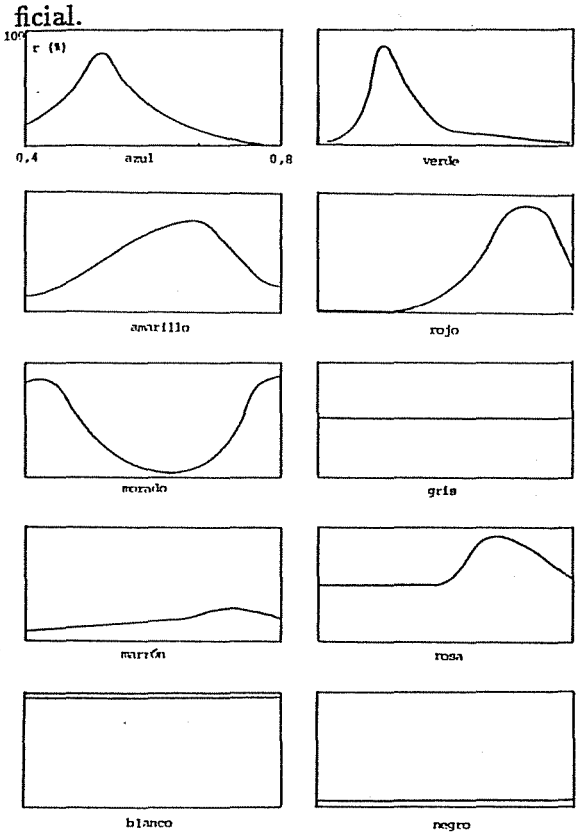


Figura 1: *Espectro de reflectancia o transmitancia de algunos colores de nombre muy conocido. Se representa la intensidad de luz transmitida en el caso de filtros, o reflejada en el caso de tintas, en función de la frecuencia de la luz incidente expresada en unidades de* 10^{15} *Hz.*

Pero no sólo se pueden definir los colores de objetos pasivos, sino también los colores de haces de luz. Podemos extender la definición dada para los colores pasivos, y así llamar luz blanca a aquélla cuyo espectro consiste en una recta en el 100 %. El inconveniente de esta definición es que llamaríamos luz blanca a una luz que en realidad se nos aparecería como violácea. Esto sucede porque el espectro de la luz solar tiene forma de campana, y no es plano. Es necesario utilizar entonces otra definición, o bien ampliar la anterior de una manera diferente, que es lo que haremos: Del mismo modo en que definimos los colores de cuerpos que reflejan la luz en forma selectiva, podemos definir los colores pasivos de filtros coloreados. Ahora sí, llamamos, por ejemplo, luz blanca a la luz que pasa a través de un filtro de transparencia 100 % para todas la longitudes de onda, cuando del otro lado se pone una fuente cuyo espectro es igual al de la luz solar, y así para todos los colores de nombre conocido. La figura 1 muestra el espectro (de reflexión o de transmisión, según se trate de paletas o filtros) de algunos colores de nombre conocido.

¿ HAY TANTOS COLORES?

Según lo visto, parecería que para cada curva que pueda imaginarse, habría un color diferente. Pero lo que realmente sucede es que muchas curvas diferentes dan lugar a exactamente el mismo color, interpretando ahora por este término a la sensación subjetiva. Ningún sujeto humano distinguirá entre los dos espectros de la figura 2, y dirá ante ambos cartones o filtros: "amarillo".

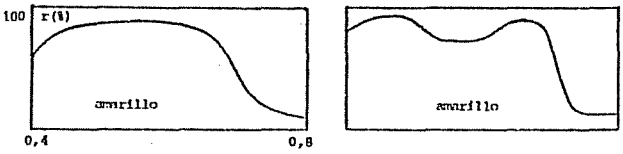


Figura 2: *El ojo no es analítico con respecto a las longitudes de onda. Como sólo posee tres grupos de células sensibles al color, mientras éstas estén igualmente excitadas, darán lugar a la misma sensación, y no serán discernidos diferentes espectros.*

Esto ocurre porque el ojo, a diferencia del oído, no es analítico respecto de las frecuencias, sino que se basa en una combinación de tres filtros en la mayoría de los sujetos. En consecuencia, un observador, cuando percibe dos colores diferentes, es porque percibe diferencia de intensidad luminosa por lo menos en una de las tres componentes. Es curioso observar cómo dos colores aparentemente idénticos resultan muy diferentes cuando se los examina a través de un filtro de espectro suficientemente estrecho. ¡El filtro "ve" lo que no ve el ojo!

LA CLASIFICACION DE LOS COLORES HUMANOS

Mediante experimentos en los que el sujeto clasifica objetos del mismo color subjetivo de acuerdo a su brillantez, puede encontrarse que los humanos poseemos generalmente tres filtros (son en realidad tres tipos diferentes de células visuales sensibles a colores específicos), correspondientes al azul, verde y rojo. Otros animales tienen cuatro, y otros tres, dos y uno, según la especie y su hábitat. Como es natural, no todos los sujetos poseen exactamente la misma sensibilidad espectral en cada uno de sus filtros, y colores que parecen idénticos a un sujeto, pueden no parecerlo a otro. Pero pueden establecerse tres filtros promedio, y esto simplifica en enorme grado la clasificación de colores, pues cada uno de ellos puede reducirse a sólo tres números. Por ejemplo, el azul sería (1,0,0); el rojo: (0,0,1); blanco: (1,1,1); negro: (0,0,0); amarillo: (0,1,1); gris ($\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}$), marrón: (0,2 ; 0,4 ; 0,4), etc.

Dos curvas espectrales de reflectancia corresponderán a colores objetivos complementarios, si sumadas punto a punto dan la curva del blanco. De modo análogo, el color subjetivo complementario del (x, y, z) será el color ((1-z),(1-y), (1-z)).

La totalidad de los colores subjetivos puede clasificarse entonces en un espacio de tres dimensiones, por ejemplo un cubo de arista unitaria (ver figura 3). Los tres ejes coordenados permiten representar por un punto a cada color de componentes x, y y z. El origen de coordenadas es el negro, el vértice opuesto es el blanco, hay además tres vértices que son el rojo, verde y azul; y los otros tres vértices representan los colores (0,1,1); (1,0,1) y (1,1,0), que son el amarillo (verde más rojo), el magenta (azul más rojo) y cian (verde más azul). El centro del cubo es el gris, y un par cualquiera de colores complementarios estará representado por dos puntos dispuestos a igual distancia del centro, y alineados con éste.

¿¿COMO PUEDE SER??

Esta descripción, que es familiar a los técnicos en artes gráficas y visuales, choca por lo general con nuestra pequeña cultura cromá-

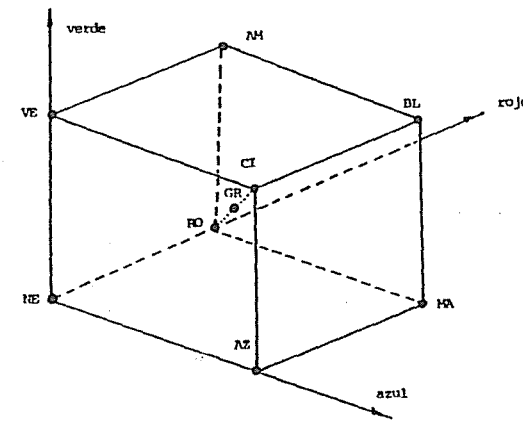


Figura 3: *Todos los colores subjetivos son clasificables en un cubo de arista unitaria. Las abreviaturas representan los colores blanco, negro, gris, rojo, verde, azul, magenta, amarillo y cian. Los puntos simétricos respecto del centro del cubo, representan colores complementarios.*

tica. Siempre nos han dicho que los colores primarios son el rojo, azul y amarillo, y que verde más rojo da marrón y no amarillo, y que azul y rojo no es magenta sino violeta oscuro, y azul más verde da turquesa, como infinidad de veces lo comprobamos con nuestras témperas y lápices de colores. Es que, por una parte, es necesario distinguir entre la adición de luces y la adición de tintas. En el primer caso, ambas curvas espectrales se suman para dar lugar al color resultante. En el segundo, ambas curvas se multiplican punto a punto. En una pantalla de TV de color se añade una luz de un color a otra de color diferente, mientras que en una impresión se superponen dos filtros (las tintas), cada uno de los cuales absorbe o destruye parte de la luz que refleja totalmente el papel blanco que sirve de fondo. Pero aún teniendo en cuenta esta diferencia, y aceptando que los primarios de proyección son el azul, verde y rojo, los primarios de impresión resultan ser sus complementarios: amarillo, magenta y cian, y no el amarillo, rojo y azul, que sólo se aproximan. Para comprobarlo tomemos una lupa o pequeño microscopio y examinemos diferentes zonas de una ilustración de semanario. En zonas próximas al blanco, o de colores muy claros se podrán apreciar distintamente los

tres colores primarios. En zonas más oscuras aparecen manchas superpuestas y la observación se torna difícil.

El color amarillo es bien conocido; el magenta es una especie de rosa muy intenso, semejante al de la flor de la planta Santa Rita; el cian es un celeste intenso, algo verdoso. Si en una impresión se utilizan otras tintas, la fidelidad cromática del resultado es defectuosa, o al menos, será defectuosa para los seres humanos.

ESCALA DE VALORES

Para la conversión a blanco y negro, en TV se suele atribuir el valor 1 al color primario azul, el 2 al rojo y el 4 al verde. Combinando estas cifras, pueden obtenerse números del cero al 7, según la siguiente escala:

0	negro
1 azul	azul
2 rojo	rojo
3 rojo y azul	magenta
4 verde	verde
5 verde y azul	cian
6 verde y rojo	amarillo
7 verde, rojo y azul	blanco

Estos colores aparecen ordenados en la placa de señal de la emisora, y con la ayuda de una lupa podemos comprobar esta ley de composición. Tornando a extrema izquierda el control de crominancia, las 8 bandas de color se transforman en bandas de grises ordenados desde el negro hasta el blanco, pasando por tonos intermedios progresivos.

LOS CATALOGOS DE PINTURAS

Todos hemos visto alguna vez un catálogo de pinturas, en el que los colores aparecen agrupados por semejanza, y si tuvimos la suerte de poseer un juego de gran cantidad de lápices de colores, nos habremos encontrado sin duda ante el problema de cómo ordenarlos en hilera. Por supuesto, al anaranjado va junto al amarillo, pero si hay dos amarillos, uno claro y otro oscuro, ¿dónde ponemos el claro, junto al anaranjado, o para el lado del verde? El ordenamiento lineal resulta imposible, e incluso también lo es el ordenamiento bidimensional. La única forma continua de ordenar todos los colores es usar un espacio de tres dimensiones.

Un catálogo de todos los colores imaginables tendrá la forma de un libro de infinitas páginas, cada una de ellas dividida en cuadrillos infinitesimales. Si alguien marca en el catálogo los colores del prisma de Newton, o colores espectrales puros o monocromáticos, marcará un punto en cada página (o quizás un número finito de puntos). Cerrado el libro, quedará formada una curva que atraviesa las páginas. Lo mismo ocurre si ordenamos los colores del arco iris o los de las pompas de jabón, o los de los anillos de Newton: todos esos casos corresponden a familias de infinitos colores, ya no puros, pero que son ordenables en función de un único parámetro numérico: en el caso del arco iris, ese parámetro podría ser el radio angular de la posición que le corresponde en el arco; en el caso de los anillos de Newton o el de las pompas de jabón, el parámetro de ordenamiento puede estar dado por el espesor de la lámina, o por la diferencia de camino óptico en unidades de longitud. Los infinitos colores que corresponden a estos casos resultan así ordenables en un espacio de una sola dimensión (la curva que atraviesa las páginas), por eso podríamos afimar que el arco iris tiene infinitos colores, pero "menos" que los infinitos colores imaginables.

CONVERTIR UN CUBO EN UNA LINEA

El razonamiento anterior parece fallar al considerar que todos los puntos de un cubo pueden ordenarse sobre una de sus aristas, mediante una correspondencia biunívoca. Efectivamente, tomemos un punto cualquiera del cubo (x, y, z). Cada uno de los números de esa terna puede representarse en forma decimal, con cero, coma, y un número infinito de cifras decimales. Ahora construímos un cuarto número real usando a esos tres. El procedimiento para construirlo es escribir cero, coma, la primera cifra decimal de x, la primera de y, la primera de z, la segunda de x, la segunda de y, la segunda de z, la tercera de x, ...etc. Es como si barajáramos los tres números, pero ordenadamente. El cuarto número así construido se puede representar en un segmento unitario; y viceversa, "desmezclando"

cifras.

Entonces: ¿Cómo es eso de que los colores del arco iris son ordenables en un espacio de una dimensión, mientras que todos los colores imaginables son ordenables en un espacio de tres dimensiones? ¡Acabamos de ver que estos últimos también son ordenables en una sola dimensión! La solución de esta aparente paradoja está dada por la continuidad de la clasificación. La transformación de R3 en R1 recientemente descripta rompe la continuidad que había en R3. Si imponemos continuidad, esto es: que los colores parecidos estén próximos, entonces la transformación no es posible.

TEMAS SUELTOS

- Si se mira insistentemente (un minuto) una mancha de color y seguidamente se transporta la vista a una hoja de papel blanco bien iluminada, aparece el color complementario, debido a la llamada fatiga cromática, que consiste en que las células son más sensibles cuando tuvieron descanso previo inmediato.

- La tabla 1 da la lista de colores que corresponden a varias diferencias de camino óptico en interferencias de láminas de jabón o anillos de Newton, sin corrección por índice de refracción. Esto da un método directo para medir espesores. Cierta categoría de concursos de aeromodelos impone el vuelo en un ambiente interior, libre de corrientes de aire. Los aeromodelos son muy livianos, tienen el aspecto de libélulas, y se los construye con delgadísimas varillas y una lámina que los aficionados preparan coagulando productos químicos en la superficie del agua de una bandeja. El espesor óptimo lo distinguen por sus visos dorados. Saben que el color azul o morado corresponde a un espesor demasiado pequeño y el material sería difícil de manipular.

- Para observar los colores de interferencia en láminas de agua jabonosa no es necesario ningún artificio. Simplemente, cuando nos lavamos las manos con agua y jabón, formamos un aro con los dedos índice y pulgar de ambas manos, y creamos en el aro la pompa mediante el procedimiento de juntar primero los dedos. Si mantenemos la lámina en un plano vertical, comprobaremos cómo a los pocos segundos engrosa en su parte inferior y adelgaza en la superior, presentando vistosos colores cuya lista está en la tabla 1. Poco antes de romperse, en la parte superior aparece una banda negra, que corresponde a un espesor menor que la longitud de onda del violeta, y por esa razón es invisible.

- Ciertos insectos, que al igual que los humanos poseen tres filtros o su equivalente celular, son capaces de distinguir entre colores que a nosotros nos parecen idénticos (por ejemplo, flores verdes sobre pasto verde), además de ser sensibles a frecuencias que nos están vedadas.

- Si usamos anteojos cuyos vidrios son de diferente color, veremos los objetos como aterciopelados (el terciopelo es muy direccional y dirige luz de intensidad diferente a uno u otro ojo). Ese efecto nos permitirá distinguir entre colores que sin los anteojos nos parecerían iguales. El daltonismo resulta así corregible, aunque este método requiere condiciones favorables de iluminación.

- La figura 4 esquematiza la composición aditiva de luces y la multiplicativa de tintas. Los gráficos espectrales están idealizados: en la práctica es muy difícil hallar sustancias que respondan a ese tipo de curvas, y las de uso común tienen espectros de forma acampanada.

BIBLIOGRAFIA

- M. BOUASSE – 1923 – *Interférences* Z. Garrière – Paris – Librairie De la grave.

- CLARENCE RAINWATER – 1971 – *Luz y Color* – Daimon – Provenze.

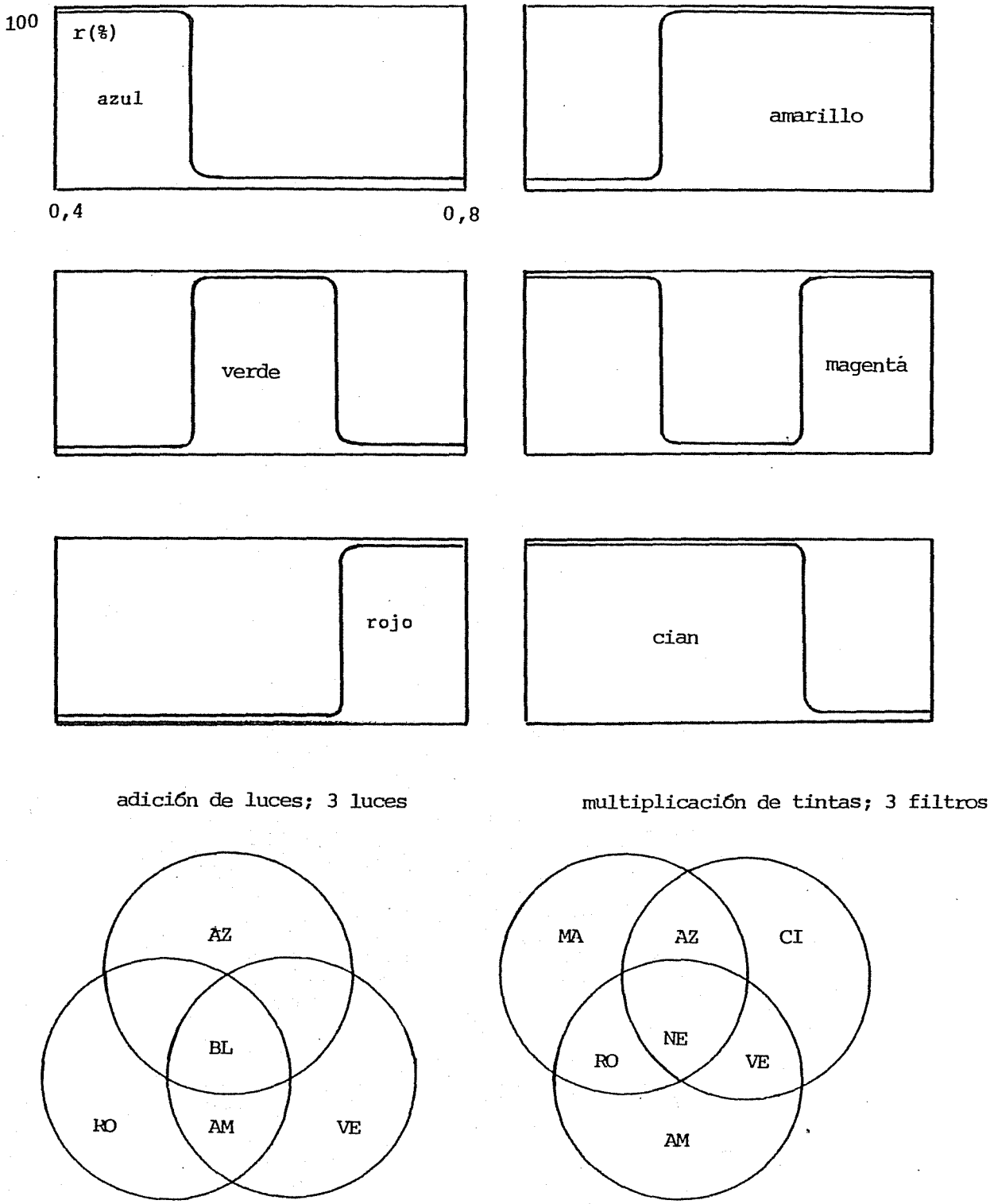


Figura 4: *Esquema de adición de luces y multiplicación de tintas. En la parte superior, los espectros de los colores, idealizados.*

RO + AZ = MA	CI * AM = VE
VE + AZ = CI	CI * MA = AZ
RO + VE = AM	MA * AM = RO

TABLA 1

Colores observados por interferencia entre dos rayos de luz blanca, en función de la diferencia entre sus caminos ópticos en el vacío.

Diferencia entre caminos ópticos en nanometros		Interferencia en fase (transmisión)	Interferencia en contra-fase (reflexión)
000		blanco	negro
040		blanco	gris plomizo
158		blanco pardusco	gris lavanda
218		marrón amarillento	azul grisáceo
234		marrón	blanco verdoso
259	**primer**	rojo claro	blanco
267		carmín	blanco amarillento
275	**orden**	ladrillo oscuro	amarillo pálido
281		violeta oscuro	amarillo pajizo
306		índigo	amarillo claro
332		azul	amarillo vivo
430		azul grisáceo	amarillo pardusco
505		verde azulado	naranja rojizo
536		verde pálido	rojo anaranjado
551		verde amarillento	rojo intenso
565		verde muy claro	púrpura
575		amarillo verdoso	violeta
589		amarillo dorado	índigo
664		anaranjado	celeste
728	**segundo**	naranja pardusco	azul verdoso
747		carmín claro	verde
826	**orden**	púrpura	verde muy claro
843		púrpura violáceo	verde amarillento
866		violeta	amarillo verdoso
910		índigo	amarillo
948		azul oscuro	anaranjado
998		azul verdoso	naranja rojizo vivo
1101		verde	rojo violáceo desvaído
1128		verde amarillento	violeta azulado claro
1151		amarillo sucio	índigo
1258		color carne	azul algo verdoso
1334	**tercer**	rojo pardusco	verde marino
1376		violeta	verde brillante
1426	**orden**	borravino	amarillo verdoso
1495		azul verdoso	rosa claro
1534		verdiazul	carmín
1621		verde alimonado	carmín purpúreo
1658		verde amarillento	gris violáceo
1682		amarillo verdoso	azul grisáceo
1711		amarillo grisáceo	verde marino
1744	**cuarto**	magenta grisáceo	verde azulado
1811		carmín	verde
1927	**orden**	gris rojizo	gris verdoso
2007		azul grisáceo	gris claro
2018		verde	rojo encarnado
2338	**quinto**	rosa pálido	verdiazul pálido
2668	**orden**	verdiazul pálido	rosa pálido

COMO ES UNA HOLOGRAFIA*

MAIZTEGUI, A E IPARRAGUIRRE,L.

Facultad de Matemática, Astronomía y Fisica
Universidad Nacional de Córdoba.

DESVIAR LUZ ES "IMAGINAR"

Un espejo, una lente, forman imágenes ("imaginar") porque sus superficies (separaciones de dos medios ópticos distintos) tienen la propiedad de desviar las ondas luminosas: por eso asociaremos "desviar" con "imaginar".

COMO "IMAGINA" UN ESPEJO

Todos hemos jugado con un espejito y el Sol, y dirigiéndolo hacia los ojos de otra persona, nos divertimos al deslumbrarla: ella, al mirar hacia el espejo, veía una imagen del Sol al recibir ondas que salieron del Sol, llegaron al espejo y éste desvió hacia sus ojos. (Fig. 1)

Si en lugar de enceguecerla con ondas directamente venidas del Sol, orientamos al espejo en otra dirección y le pedimos a esa persona que mire hacia el espejo, ella verá la imagen de algún cuerpo iluminado que emite ondas reflejadas, que con el espejo desviamos en dirección a sus ojos.

Lo que a ella permite ver la imagen, es precisamente, la desviación de las ondas en el espejo, que llegan hasta sus ojos **como si provinieran** de los puntos de la imagen: esa desviación es la **reflexión de la luz.**

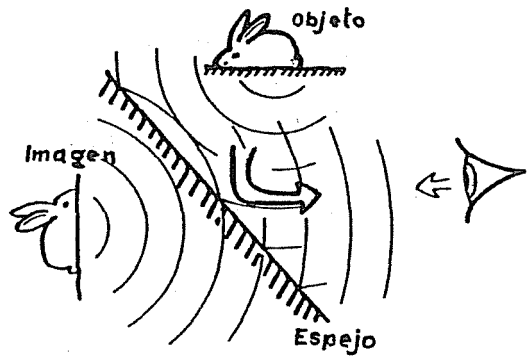


Figura 1: *El espejo desvía la luz y produce la imagen que vemos.*

COMO "IMAGINA" LA SUPERFICIE DEL AGUA

Algunos indios, en lugar de pescar con anzuelos, cazan peces con flechas o lanzas. Pero saben muy bien, por experiencia, que no deben apuntar al pez que ven (pez – imagen) sino al pez – objeto. Seguramente no saben decir sus leyes pero conocen la **refracción de la luz** lo suficiente para apuntar en la dirección correcta. (Fig. 2)

COMO "IMAGINA" UNA LUPA

Las ondas reflejadas que emite el alfiler iluminado se desvían dos veces en la lente: al entrar y al salir. El ojo recibe estas ondas desviadas y forma en su retina la imagen que le permite verlo. (Fig. 3)

* Los autores elaboraron notas tomadas de una conferencia de Albert V. Bàez en la Facultad de Ciencias Exactas, Fìsicas y Naturales en Diciembre de 1987.

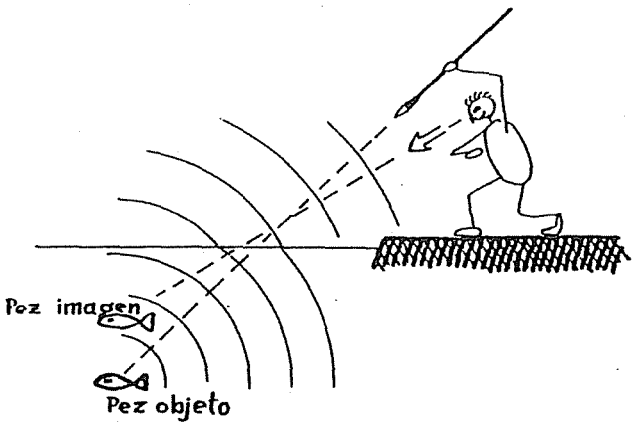


Figura 2: *La superficie de separación agua–aire desvía los rayos de luz originados en el pez, y producen la imagen que el indio ve ... pero él sabe que ella es sólo un pez–imagen y apunta al "pez–objeto".*

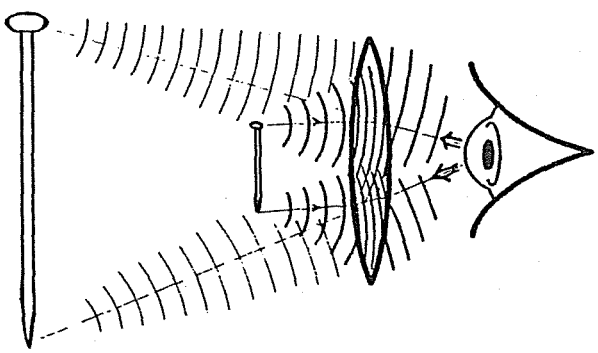


Figura 3: *Las superficies de separación vidrio–aire desvían los rayos que partieron del objeto, y con sus nuevas direcciones el ojo los recibe como si vinieran de la imagen.*

OTRA FORMA DE DESVIAR ONDAS: LA DIFRACCION

Hay un fenómeno ondulatorio muy curioso e interesante cuando uno lo advierte: la propiedad de todas las ondas (del mar, sonoras, de la radiotelefonía, de luz) de "rodear los obstáculos". Demos un sólo ejemplo de la vida diaria: en un espacio abierto, como un jardín, una pared no impide oír voces. Y si alguien oye una voz, es indudable que las ondas sonoras emitidas llegaron a su oído. ¿Cómo pudieron hacerlo, si las ondas sonoras "se propagan en línea recta"? Se propagan en línea recta ... mientras no encuentren obstáculos. Y cuando los encuentran, los rodean: ésta es la **difracción de ondas**.(Fig.4)

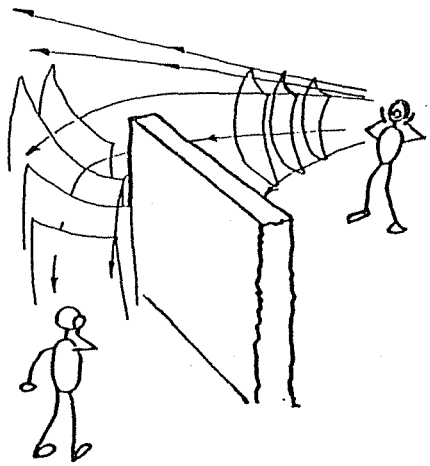


Figura 4: *El borde de un obstáculo (como una pared) desvía los "rayos" sonoros que vienen de la fuente: difracción del sonido.*

DIFRACCION EN UN AGUJERO CIRCULAR

Hágase un pequeño agujero A circular en una hoja de papel, con la punta de un alfiler, y colóquesela delante de una lámpara de filamento, muy cerca de ella.

Hágase otro agujero B pequeñísimo en otra hoja, y a través de este agujero mírese al primero A, cuidando que a través de ambos pase luz directa de algún punto del filamento (Fig. 5).

Llama la atención que en lugar de verse el pequeño punto A, se ve un disco iluminado;

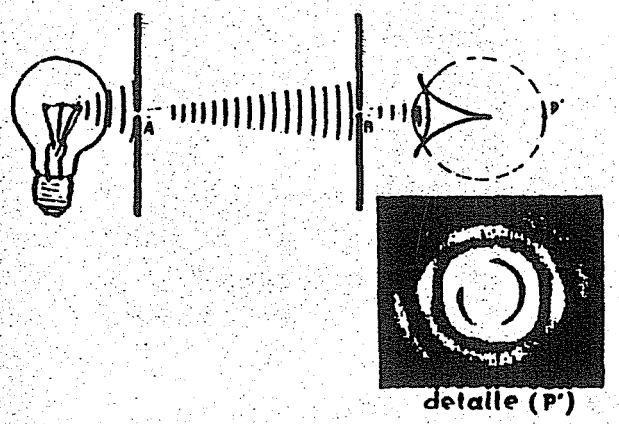


Figura 5: *A través del agujero B observamos el punto luminoso A. Como B difracta la luz (la desvía), produce una imagen P' en la retina.*

además, este disco está rodeado de anillos finos, brillantes y oscuros alternadamente. Lo que ocurre es que el agujero B difracta las ondas luminosas que le llegan de A. Al atravesar B, los puntos del agujero actúan como fuentes puntuales que emiten en todas direcciones (Principio de Huygens) e interfieren entre sí dando lugar a frentes de onda con intensidades diferentes en direcciones diferentes, con forma de conos con vértice en B.

Cuando estos frentes de onda entran al ojo, forman la imagen que permite ver A como un disco rodeado de anillos. (fig. 6)

LAS ONDAS NOS INFORMAN SOBRE B

Si se repite el experimento con un agujero B' de diámetro mayor que el de B, se observará que el disco y los anillos de difracción han disminuído sus diámetros. Con un agujero de diámetro B" menor que el de B se obtienen figuras de difracción de diámetros mayores que los que produce B. (Fig. 7)

Esto significa que los frentes de onda difractados en B llevan información sobre A; pero también sobre la forma y dimensiones de B.

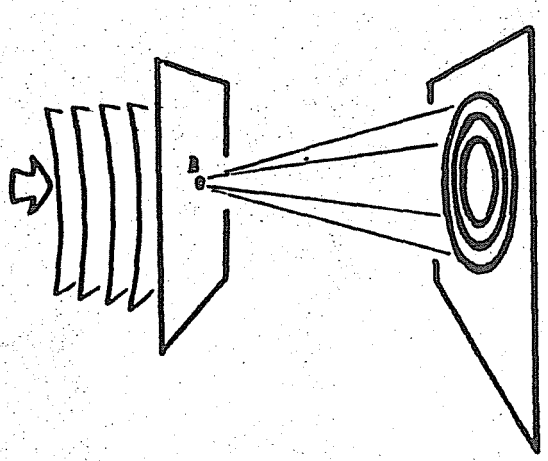


Figura 6: *Esta imagen no está en la retina del ojo de un observador sino en una película fotográfica (que es como la "retina" de la cámara).*

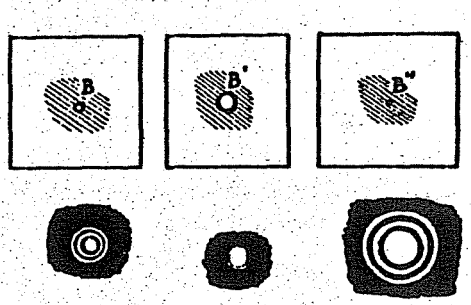


Figura 7: *"Agujeros B" de distintos diámetros producen diferentes desviaciones de la luz, y por tanto, producen diferentes imágenes. Entonces, llevan información sobre A y también sobre B.*

DIFRACCION EN DOS AGUJEROS: EXPERIMENTO DE YOUNG

Preparemos un experimento como el anterior; pero en el segundo papel hagamos dos agujeritos (tan pequeños y cercanos entre sí como podamos). Cada agujerito "hace lo que la difracción le hace hacer", y emite sus conos de luz con ondas esféricas. (Fig. 8).

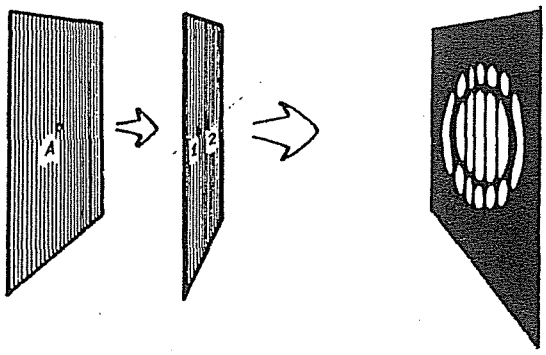


Figura 8: *El agujero 1 difracta la luz, y también la difracta el agujero 2. Cada uno produce un conjunto de conos de luz que forman una imagen de A; pero las ondas que ocupan los dos conjuntos de conos interfieren entre sí y forman franjas luminosas y oscuras.*

Pero los conos se superponen parcialmente, y las ondas luminosas interfieren entre sí. En la zona de los discos centrales se observa el resultado de la interferencia: finas líneas luminosas y oscuras, alternadamente, perpendiculares a la dirección definida por la recta que une los agujeritos.

Esta "figura de difracción" descripta es lo que ve un observador cuyo ojo, muy próximo al "doble orificio" (1, 2), MIRA EL PUNTO A, a través de (1, 2).

Al verla podemos decir: es una imagen del punto A, pero una imagen especial, pues hay en ella información acerca de la forma, tamaño y orientación relativa de los agujeritos ya que el ancho de las franjas, su separación y orientación, depende de aquéllos.

Supongamos que, de aquí en más, dejamos de interesarnos por A, y comenzamos a interesarnos por el doble orificio (1, 2).

La información sobre éste (1, 2) está en el frente de ondas responsable de la figura 9.

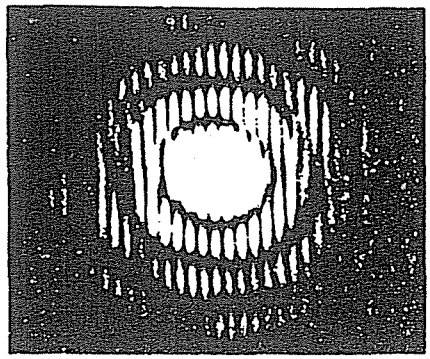


Figura 9: *Esta es una fotografía obtenida con una película fotográfica colocada en el plano de la derecha dibujado en la Fig. 8.*

No es una información directamente utilizable, sino más bien, diríamos que está "codificada".

¿Será posible utilizar esta información? Sí, y de una manera asombrosamente simple y natural: si el ojo se aleja de los orificios (1, 2) ahora los verá. Pero el frente de ondas que le permite verlos, que los dibuja en su retina, no ha cambiado, es el mismo que, más cerca, había "dibujado" los anillos con las franjas de la figura 9.

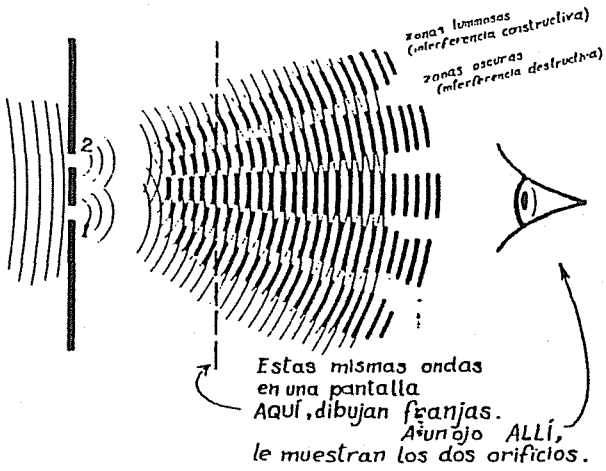


Figura 10: *Si el ojo está ubicado muy cerca de los orificios 1 y 2, (en el plano punteado) las ondas le permiten ver el agujero A; si se aleja, esas mismas ondas le permiten ver los agujeros 1 y 2.*

Seguiremos explorando la posibilidad de utilizar esa información contenida en la figura 9, impulsados por el deseo de idear algún mecanismo capaz de construir (ó reconstruir) de manera "artificial" el frente de ondas; lo que equivaldrá a "IMAGINAR" de manera artificial los orificios (o al menos alguno de ellos), para luego seguir con objetos más complejos.

UN PRIMER HOLOGRAMA

En lugar de la pantalla utilizada antes para ver las figuras de difracción (línea de trazos en la fig. 10), coloquemos una película fotográfica positiva (diapositiva).

La luz la impresionará, dibujando en ella la pequeña figura de franjas y anillos; como es positivo el filme se volverá transparente en las zonas iluminadas, y permanecerá opaco en las zonas oscuras. La información transportada por los frentes de onda habrá quedado registrada en la película: ésta será ahora un HOLOGRAMA. Nuestra inquietud en este punto es: ¿Cómo utilizar la información guardada en el holograma?

Notemos primero que si colocamos la película ya revelada en el lugar exacto en que fue impresionada, **no producirá ningún efecto ya que sólo es opaca en los lugares a los que no llega luz**, y transparente donde los frentes de onda llegan, o sea que en principio, no los frena ni desvía, ni modifica en manera sensible.

Recordemos siempre que estamos interesados en 1 y en 2, pero no en A, que es quien los ilumina, y al que ya hemos olvidado.

Si se suprime el orificio 2, dejando sólo el 1 (ó para el caso colocamos cualquier fuente puntual en 1), ahora las zonas opacas de la película "atajarán" parte del frente de ondas y dejarán pasar sólo las "zonas luminosas" que correspondían a los dos orificios (1, 2): habrán RECONSTRUIDO el frente de ondas correspondientes a dos orificios.

El ojo no distingue entre los frentes de ondas que le llegan cuando están formadas por 1 y 2, y los formados por 1 y el holograma: la fuente 2 NO ESTA, pero el ojo la VE en la dirección $\theta \cong \lambda/d$ de donde le llega el primer máximo de interferencia formado por la fuente 1 y la red – holograma.

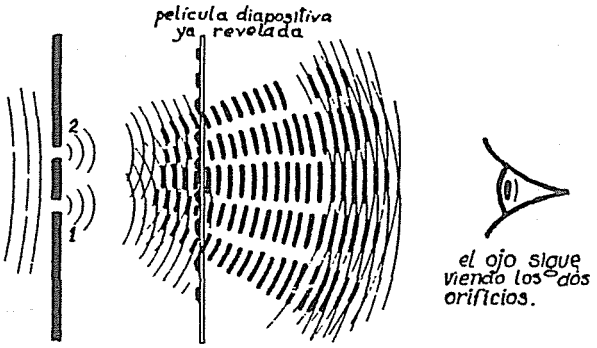


Figura 11: *Cerca de la pantalla con los agujeros 1 y 2 (donde está el plano punteado de la fig. 10) colocamos una película fotográfica virgen. Al iluminar los agujeros A, 1 y 2, en la película quedan registradas las franjas de interferencia de la Fig. 9.*

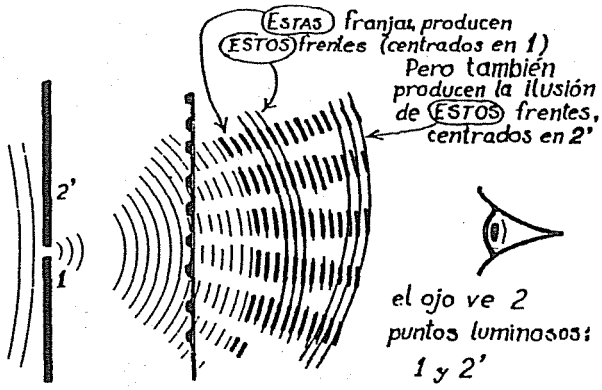


Figura 12: *Si tapamos el orificio 2 (señalamos su lugar con 2'), al iluminar con el agujero A como fuente, la película con franjas,sólo pasa la luz que pasaba con los agujeros 1 y 2: el ojo recibe las mismas ondas ya sea con 1 y 2 (sin película) o con 1 (con película). Luego, el ojo "ve" los agujeros luminosos 1 y 2 (aunque 2 no esté).*

ILUMINACION CON LASER

En los experimentos con "luz natural" como la de una lámpara de filamento, las figuras de interferencia observables con facilidad están cercanas a la dirección del haz central porque para ángulos mayores los diferentes haces difractados dejan de ser coherentes, y se van apagando las franjas de interferencia porque dejan de ser estables.

La luz laser deja a un lado esta limitación por su gran coherencia: las franjas se observan a ángulos grandes y los frentes de onda impresionan con ellas no sólo la parte central del holograma sino toda su superficie. Entonces ya no es necesario que las fuentes de ondas 1 y 2 estén muy cercanas: pueden estar alejadas una de la otra, como en la figuras 13 14 y 15, y los haces 1 y 2 conservarán su coherencia e interferirán.

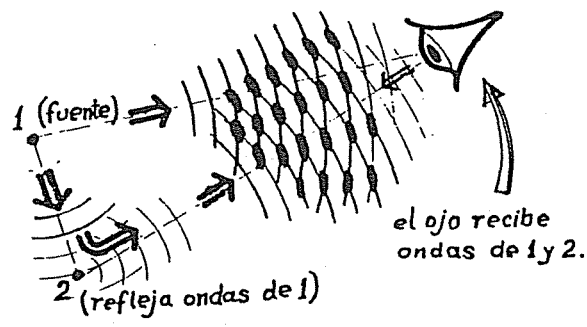


Figura 13: *La fuente 1 emite ondas y el objeto 2 refleja ondas; ambos conjuntos interfieren y las ondas resultantes llegan al ojo.*

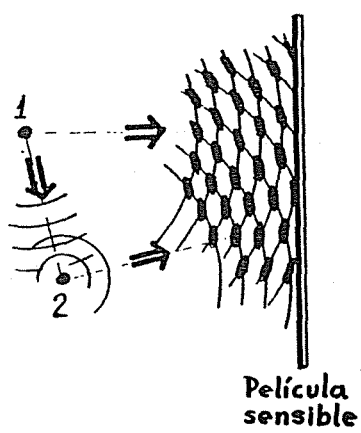


Figura 14: *Una película sensible está colocada en el espacio donde interfieren las ondas provenientes de 1 y de 2, y quedan grabados en ella los máximos y mínimos.*

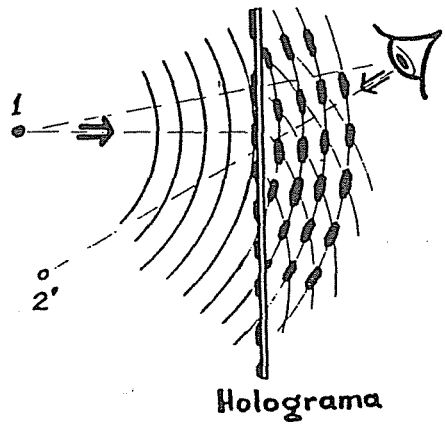


Figura 15: *Si se ilumina el objeto (señalamos con 2' el lugar donde se encontraba) y la fuente 1 ilumina la película sensible ya revelada (holograma), las ondas que pasan a través suyo y llegan al ojo tienen la misma configuración que cuando estaban 1 y 2: el ojo "ve la imagen de 2".*

La luz laser de la fuente 1 ilumina la película fotográfica y el cuerpo puntual 2. La luz emitida por 2 (reflejada en 2) y que ilumina la película es coherente con la que llega de 1 (propiedad del laser) y entonces interfieren entre sí y forman la red de franjas de difracción (holograma) que se graba en la película.

Si colocamos el holograma, quitamos el cuerpo puntual 2 y observamos a través del holograma, nuestro ojo no distinguirá los frentes de onda suma de las fuentes 1 y 2, de los frentes de onda suma de la fuente 1 y la red de difracción–holograma ... y ve el cuerpo 2 aunque no esté.

El LASER ILUMINANDO UN CUERPO, NO SOLO UN PUNTO

Reemplacemos el objeto puntual 2 por un cuerpo (mucho puntos, 2, 3, 4, ...). Cada par de ondas (1, 2), (1, 3), (1, 4), ... forma su red de difracción. También forman las suyas los pares (2, 3), (2, 4), ... , (3, 4), (3, 5), ... La suma de todos los frentes forma el frente de ondas que ilumina la película y queda registrado en ella como una compleja y múltiple red de difracción.

Cuando se ilumina el holograma con la fuente original (u otra análoga), a éste sólo llegan frentes de onda provenientes de la fuente 1; al atravesar las complejas redes de difracción

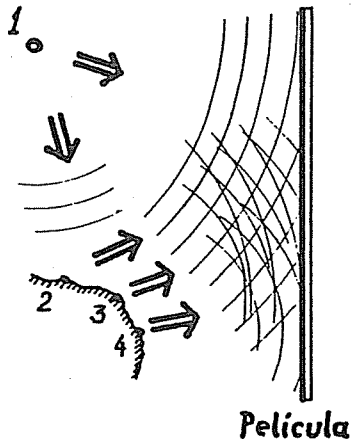


Figura 16: *La luz laser ilumina la película y el cuerpo con puntos 2, 3, 4, ...etc. La película recibe los frentes de onda suma de todas las ondas, y los graba.*

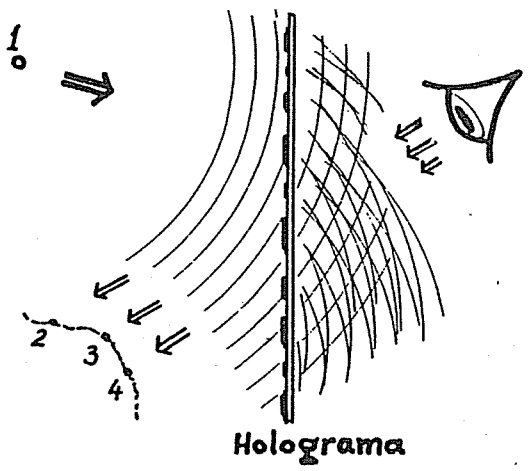


Figura 17: *Los frentes de ondas resultantes de las ondas emitidas por 1 más las emitidas por reflexión en 2, 3, 4, ··· no son distinguidos por el ojo de los frentes de ondas emitidos por 1 que atraviesan el holograma: el ojo ve la imagen holográfica del cuerpo con sus puntos imágenes 2', 3', 4',··*

del holograma surge un frente de ondas igual al que se grabó en la película. Entrando al ojo, ese frente de ondas forma en la retina una imagen igual a la que inicialmente le permitía ver el cuerpo (2, 3, 4, ...).

EPILOGO

¿Cómo vemos un objeto? Ver un objeto es una clara señal de que ondas luminosas que partieron de él, han entrado por la pupila al ojo y forman su imagen en la retina.

El objeto que miramos puede ser una fuente de luz propia (una estrella) o de luz reflejada (la Luna, o una flor iluminada por el Sol o por una lámpara). El proceso de la visión es el mismo: las ondas que partieron de cada punto del objeto forman frentes de onda que llegando al ojo directamente, sin desviaciones previas, determinan la visión del objeto.

¿Cómo vemos la imagen de un objeto? Si los frentes de ondas formados por las ondas emitidas por cada uno de los puntos del objeto fuente de luz (propia o reflejada) son desviados de alguna manera (reflexión, o refracción, o difracción), los frentes llegan modificados al ojo y ellos son (con sus modificaciones) los que permiten ver la imagen del objeto (simétrica, real o virtual, agrandada, igual o disminuída).

Si tenemos una fotografía de la imagen, es ésta (la imagen) la que queda grabada en la película fotográfica.

El holograma es diferente de la fotografía de la imagen: en la película quedan grabadas redes de difracción. Si se las ilumina con ondas de la fuente original o una análoga (luz laser por la necesidad de coherencia), los frentes de ondas difractados son una reconstrucción de los frentes de ondas originados por la fuente laser original y luz laser reflejada en el objeto iluminado. Estos frentes, al entrar al ojo, forman en su retina una imagen igual a la que formaban los frentes de onda con la luz recibida del laser y la luz recibida del objeto iluminado; con una diferencia: en este caso (observando a través del holograma) el objeto no está, pero el ojo ve su imagen holográfica.

En la formación de una imagen por reflexión o por refracción y en una fotografía común, hay una correspondencia entre cada punto objeto y su punto imagen. En cambio, en una holografía cada punto del objeto envía ondas que cubren todo el holograma. Dicho de otra manera: desde cada región del holograma se ven

todos los puntos del objeto con una perspectiva propia de esa región del holograma. Por eso, si uno mueve la cabeza de modo que en el ojo vayan entrando sucesivamente frentes de ondas provenientes de diferentes regiones del holograma, se ven imágenes del objeto desde diferentes perspectivas: "la" imagen es tridimensional.

REFLEXIONES SOBRE LA ENSEÑANZA Y DIFUSION DE LA ASTRONOMIA

J. L. SÉRSIC

Observatorio Astronómico, Córdoba; CONICET, Buenos Aires.

INTRODUCCION:

La enseñanza y difusión de la Astronomía es sólo un aspecto de un tema más general: la enseñanza y difusión de la ciencia, particularmente las que denominamos básicas.

Quizás sea conveniente definir lo que entendemos por ciencias básicas: son aquellas que intentan describir las leyes y procesos fundamentales que se hallan implícitos en la naturaleza de las cosas. Su objetivo es, en principio, la prosecución del conocimiento en sí mismo, sin buscar de antemano aplicación alguna, Henri Poincaré resumía así la tarea del científico:
El sabio no estudia la naturaleza porque ella es útil; la estudia porque encuentra placer, y encuentra placer porque es bella. Si la naturaleza no fuera bella, no valdría la pena conocerla, ni que la vida fuera vivida.

Es por la enseñanza y difusión de estas disciplinas que debemos preocuparnos, pues no se hallan suficientemente representadas ni valoradas en la formación de nuestros estudiantes primarios y, sobre todo, secundarios; con más razón aún entre los ciudadanos vinculados a los medios y a las estructuras de poder, a causa de un infortunado equívoco acerca de su supuesta falta de utilidad.

EL PROBLEMA DE LAS DOS CULTURAS

Hace unos treinta años el físico y literato británico C. P. Snow produjo una conmoción en los círculos intelectuales al denunciar la virtual existencia de dos culturas excluyentes e incomunicadas en la sociedad moderna: la cultura humanística orientada hacia las artes y la literatura, y la cultura científica.

En nuestro caso deberíamos hablar mas bién de una cultura dominante monopolizada por artistas, literatos, y personas de formación humanista, y una sub–cultura integrada por personas vinculadas a la creación y difusión del conocimiento científico. Esta última no ha alcanzado aún aquí, como en otros países, la relevancia social que la equipare a la otra.
Por ejemplo:

- Las encuestas realizadas entre los estudiantes del primer año en Ciencias Químicas de la UNC nos dicen que más de un 75% de éstos ignoraban quiénes fueron Bernardo Houssay y Federico Leloir, premios Nobel argentinos de Fisiología y Bioquímica respectivamente ...

- Un importante diario del interior publica una pequeña sección fija titulada Ciencia y Técnica en la que incluye noticias sobre la Pequeña y Mediana Empresa, Publicidad y Marketing, Derecho Comercial, etc.

- En un conocido programa televisivo de alcance nacional se entrevistó hace un mes a un panel integrado por una antropóloga, una oncóloga, y un físico teórico sobre el papel de la ciencia y la tecnología en nuestro medio. A continuación, y como complemento, se emitió un video donde un astrólogo exponía lo que él decía era el horóscopo del país. El conductor del programa no dio oportunidad para mostrar la reacción de los científicos.

Una auténtica revolución se extiende por el mundo, tanto por sus descubrimientos como en sus aplicaciones, y nuestra comunidad asiste a ella con escasa capacitación para interpretarla, mucho menos seguirla e integrarse

a la misma. La mutua exclusión entre ambas culturas, que se traduce en nuestro caso en un monopolio de los medios y de los centros de decisión por parte de una de ellas, conduce a que la sociedad desconozca la actividad creadora de los científicos con las consabidas consecuencias de olvido y ostracismo social. Leon Lederman, premio Nobel de Física 1988 dice respecto de la situación en los EE.UU.:

... estamos frente a un avance cada vez más acelerado del conocimiento, frente a un estamento cada vez mayor de ciudadanos incapaces de comprenderlo lo suficiente como para dar forma a las decisiones necesarias. Aquí incluyo al Congreso, a los responsables de la Administración del estado, a los ejecutivos, a los presidentes de las universidades y al profesorado de las facultades de ciencias sociales y humanidades. ¡Con cuanta frecuencia he oído a distinguidos literatos confesar con orgullo su analfabetismo científico! Esa es una forma barata de ganar popularidad con su auditorio. Pero ese analfabetismo científico amenaza tanto al sistema democrático como a la comunidad científica y por ello, a la larga, se pone en peligro la salud económica de la nación. Se están tomando cada vez más decisiones nacionales importantes que afectan el conocimiento científico, basadas en la ignorancia y falsos conceptos ...

Pero tampoco los científicos están exentos de culpa: ellos tienden a rehuir la exposición pública, sea por timidez, por temor a la manipulación, al desgaste, o a la crítica de sus pares. Acostumbrados por formación a pensar en términos de leyes objetivas y universales, usualmente fracasan en el ejercicio de la política, cuyas leyes son flexibles y fluctuantes: por eso generalmente la rehúyen. Sin embargo está sólo en ellos recuperar terreno en el contexto social mediante una perseverante y paciente acción de enseñanza y difusión del conocimiento científico en todos los estamentos sociales. Si la comunidad científica no toma la iniciativa, difícilmente encontramos hoy personas de la otra cultura que lo hagan, de suerte que el espacio vacante en la sociedad acabará llenado por burdos remedos de ciencia, y quienes se hallen en los centros de decisión carecerán de la formación mínima necesaria para ejercer correctamente su función.

Esto no fue siempre así: en el pasado las dos culturas no estaban separadas y un hombre culto era versado tanto en ciencias como en humanidades y artes, bástenos recordar a Franklin en los EE.UU. y a Sarmiento en Argentina. Fue el rápido crecimiento de la ciencia en este siglo el que impulsó la especialización y el surgimiento de las dos culturas.

UNA CULTURA INTEGRADA

Resulta pues claro que una sociedad moderna debe poseer por lo menos una formación básica en ciencias debidamente actualizada, ya que sólo así sus integrantes podrán

- Sastifacer la genuina curiosidad que existe entre los humanos, curiosidad que se incentiva cuanto más se la intenta llenar.
- Constituir una ciudadanía informada sobre las ciencias, capaz de tomar decisiones serias y armónicas con la naturaleza y con nuestros semejantes.
- Ser menos emocionales y más racionales en su accionar como comunidad.
- Elegir mejor sus representantes.

El cosmólogo británico Fred Hoyle reflexiona en uno de sus libros que si el Congreso de la Unión Americana hubiera tenido como senadores a uno o dos físicos en la década del 50,no habría prosperado el McCartysmo, pues esos físicos habrían podido demostrar a sus colegas senadores que las leyes científicas, al ser universales, habrían conducido inexorablemente al desarrollo de una tecnología nuclear en otros países.

- Poseer una formación suficiente como para que una fracción de la sociedad elija dedicarse vocacionalmente sea a la docencia (como transmisores de conocimientos), sea a la investigación (como creadores de nuevos conocimientos).
- Generar una realización positiva conducente a una cultura científica seria y continuada que impulse aquí un fenómeno social que Poincaré describió con elocuencia hace ya un siglo:

Es suficiente abrir los ojos para ver que las conquistas de la industria que han enriquecido a tantos hombres prácticos no habrían existido jamás (...) si no hubieran sido precedidos por locos desinteresados que murieron pobres, que jamás pensaron en la utilidad y que sin embargo tenían otra meta, además de su solo capricho.

Un caso típico es aquél del matemático francés Radon quien investigó, a fines del siglo pasado, abstractos y aparentemente inútiles problemas geométricos. Sus teoremas se publicaron en revistas especializadas y parecía que perdurarían allí por siempre como testimonio de la

laboriosidad e ingenio que pone el hombre en la búsqueda del saber por el saber mismo. Hace pocos años sin embargo, los resultados de Radon condujeron al desarrollo de la tomografía computada, de cuyas concretas aplicaciones y utilidad nadie tiene la menor duda. Ningún funcionario de aquellos que sólo buscan transferencias a priori habría podido prever este desenlace ...!

Una cultura integrada, que salve el abismo entre las dos culturas, que combine humanismo y ciencias, es un ideal clásico que debemos volver a recrear. Es un imperativo para el siglo XXI.

ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMIA

Permítaseme comenzar evocando ciertos hechos del pasado:

- El entonces Observatorio Nacional Argentino fue creado por Sarmiento hace 120 años. Su primer trabajo de envergadura fue la Uranometría Argentina, el primer catálogo homogéneo de las estrellas visibles a simple vista en el hemisferio sur. Este proporciona coordenadas y brillos de miles de estrellas, delinea las constelaciones australes, y esboza el contorno de la Vía Láctea y las Nubes Magallánicas con criterio científico. Esta fue la primera contribución a una imponente serie de 38 volúmenes en cuarto que condensa la obra astrométrica del Observatorio de Córdoba a lo largo de un siglo.

  El Ministerio del que dependía el Observatorio entendió que una obra tal era digna de darse a conocer a la comunidad y confeccionó una prolija edición reducida del Atlas de la Uranometría Argentina que fue distribuída en 1905 entre las escuelas primarias y secundarias y las bibliotecas populares de todo el país.

- Tres fueron los institutos fundacionales de la Universidad Nacional de la Plata: uno de ellos era su Observatorio Astronómico.

- En 1942 la grandes naciones del globo se debatían en una guerra cruel y deshumanizada. En ese mismo año nuestro país ponía en operaciones en las sierras de Córdoba un genuino cañón de la paz: un telescopio reflector que se contaba entonces entre los mayores del mundo: Así nacía la astrofísica observacional en Argentina.

- Al promediar el presente siglo aparecen los primeros astrónomos formados en el país, fruto de sendas escuelas en La Plata primero y Córdoba después. También se crean sucesivamente los Observatorios de San Juan, El Instituto Argentino de Radioastronomía, el Instituto de Astronomía y Física del Espacio, y la Estación Astronómica del Leoncito.

- Desde 1929 la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía enseña y difunde la astronomía a nivel popular desde Buenos Aires, siendo seguida por varias otras organizaciones en el interior: Bahía Blanca, Resistencia, etc.

- Hasta hace unos años se impartían nociones de astronomía en la mayoría de los colegios secundarios del país bajo el nombre de "Cosmografía". En las escuelas primarias se continúan impartiendo nociones elementales aún ahora.

- Desde hace un cuarto de siglo no se toman iniciativas de envergadura para el crecimiento y desarrollo de la Astronomía: sólo hemos completado proyectos concebidos con anterioridad a ese lapso, como es el caso del Complejo de El Leoncito.

De lo dicho se desprende que la astronomía como ciencia tiene arraigo y tradición en el país, pero durante los últimos decenios su vigencia ha ido decayendo en la consideración pública y gubernamental. Un hecho alarmante es la omisión de la Astronomía en los programas de estudio a nivel secundario: es una ironía que ello suceda en una era de dramática expansión de la exploración del Sistema Solar y de nuestros conocimientos acerca del Universo ... o una broma cruel de la cultura dominante, que elije seguir contemplando su propio ombligo.

Cito a continuación un fragmento de una carta de R. Mendez a las autoridades educativas que define con claridad el problema:

... mi principal preocupación es la notable ausencia de la Astronomía en los programas de estudio de nivel secundario. Creo que ello es un error, **dado el enorme potencial formativo de esta ciencia.** *Las nuevas generaciones se irán educando a espaldas de los desarrollos más notables de la Astronomía moderna, perdiendo así la oportunidad de adquirir una idea más ajustada del papel del hombre en*

el cosmos, y de los límites de la Tierra como planeta; **límites con los cuales probablemente tropezaremos con violencia en el siglo XXI.**

IMPORTANCIA DEL HOGAR

Una actitud receptiva del niño y el joven hacia la educación en general y las ciencias en particular se gesta principalmente en el ámbito familiar. Dentro de éste la presencia del libro como elemento de consulta, aprendizaje, y recreación es tan esencial como el ejemplo de los padres en su uso. Un medio tan versátil como la TV adolece de dos defectos: uno accidental y otro básico. El primero consiste en la oferta de programas que, salvo contadas excepciones,agreden y trivializan la personalidad de los niños y jóvenes (y de no pocos mayores!). Esto podría, y debería, solucionarse con una red educativa que ofrezca calidad e información sin concesiones a un facilismo mediocrizante. Pero aún así, los medios audiovisuales tienen la debilidad de no estimular la imaginación ni fijar la corrección del lenguaje: ello es privativo de la lectura.

EN LA ESCUELA PRIMARIA

La Astronomía se introduce recién en el último grado entre los fundamentos de la Geografía a través del concepto de la Tierra como planeta y del Sistema Solar; con la Luna, sus fases, y los eclipses se introducen las apariencias que muestran los astros. A ello se agrega el concepto del Sol como estrella, las estrellas y Vía Láctea y una noción somera del Universo. Sería interesante incluir el conocimiento práctico de las principales estrellas y constelaciones y su utilidad como medio de orientación. Conviene observar aquí que en muchos curricula y manuales de grado de los docentes figura como uno de los primeros objetivos la visita a un Observatorio astronómico, lo que no necesariamente se realiza.

En otras disciplinas no hay que descuidar el concepto de la Tierra como planeta aislado, finito en su capacidad de soportar la vida y las consecuencias que ello importa para el género humano y la conservación de la naturaleza.

EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA

Los cursos de Física pueden introducir aplicaciones astronómicas simples de la ley de Newton y del efecto Doppler. Con el decaimiento radioactivo puede explicarse la determinación de la edad de la Tierra. En los cursos de química debería mencionarse la síntesis de los elementos como proceso vigente en el interior de las estrellas y la existencia de compuestos moleculares, incluso orgánicos, en las nubes interestelares.

Cuando en los cursos de Historia se hace referencia a las culturas aborígenes americanas es conveniente mencionar sus conocimientos astronómicos.

La Geografía General debe reiterar las nociones astronómicas clásicas: orientación, conocimiento de las apariencias que ofrecen los astros, constelaciones; medida del tiempo. La Tierra como planeta, su singularidad, y procesos geológicos como la deriva continental.

Esto no excluye la inclusión de la Astronomía por sí misma, con énfasis en los aspectos astrofísicos: Los planetas y satélites de nuestro sistema solar a la luz de la reciente exploración con ingenios espaciales; la evolución de las estrellas; novas y pulsares; la evolución de nuestra galaxia, su estructura y dinámica. Las galaxias y la expansión del Universo; los cuasares, el origen y evolución del Universo.

Una vez sentadas las bases físico–químicas para la existencia de la vida, se pueden realizar buenos trabajos en Biología analizando las posibilidades de vida en el Universo.

DEL METODO

Estudios recientes han concluído que en pocos años más el grado de analfabetismo científico de la población mundial la tornará incapaz de comprender los contenidos mínimos de un diario ... Skinner expresa este problema así

Existen más personas en el mundo y la mayoría de ellas aspiran a una mejor educación. La demanda no podrá enfrentarse con la simple construcción de más escuelas y con el entrenamiento de un número mayor de profesores: **Es preciso que la educación sea más eficiente.**

Por eso no sólo es importante el qué enseñar sino el cómo hacerlo. Para ello es preciso una capacitación adecuada de los docentes y una metodología que despierte el interés del estudiante.

Aunque exista el deseo del alumno y la voluntad del docente nada habrá de resultar sin una adecuada *comunicación* entre ambos, sea verbal o no, escrita, por imágenes, etc. Todos estos canales deberían estar en operación continua y simultánea llevando y trayendo mensajes entre el docente y los alumnos. La situación ideal es, por supuesto, el diálogo entre dos individuos, pero el docente difícilmente pueda

llevar a cabo una tarea tal. Es conveniente entonces dejar el flujo de información a cargo de la palabra escrita (apuntes, textos) y generar un diálogo múltiple entre docente y alumnos que haga uso de los conocimientos adquiridos con la lectura.

Los temas a discutir en clase surgen principalmente del interés del estudiante. Por ejemplo:

- La vida extraterrestre.
- Objetos intrigantes como los agujeros negros, cuasars, pulsars, etc.
- Temas para el debate: platos voladores, la astrología, etc.
- Exploración del Sistema Solar.
- Hechos circunstanciales, como por ejemplo la Supernova en la Nube Mayor de Magallanes, eclipses, aparición de cometas, etc.

Por otra parte, debemos inducir a nuestros niños, ya desde la escuela primaria, a pensar experimentalmente, y a desarrollar su capacidad de observar antes de que esas tendencias naturales sean domeñadas por el no toque eso! o por la omnisapiencia del docente. Por ejemplo,

- Pedir a los alumnos de grado que miren a través de la ventana del aula y citen hechos observables de los cuales se puede concluir que se está en el hemisferio sur, o en primavera, etc.
- Generalizar, recurriendo a una carta rutera y a la distancia angular entre dos localidades, el método de Eratóstenes de determinación del radio de la Tierra.
- Etc., etc.

La educación secundaria debería orientarse de suerte de dar al estudiante la formación amplia y flexible que necesitará para enfrentar un futuro cambiante e ir más allá de los temas que aún los mejores maestros actuales piensan que son los más importantes. Debe insistirse siempre que la ciencia no es un libro cerrado, sino por el contrario, está en constante evolución, autocorrigiéndose ante la evidencia de nuevos hechos experimentales, de nuevas observaciones, y que es esta flexibilidad la esencia de su éxito. La lección que nos da la Ciencia es una de humildad para con el conocimiento: la duda es un acto eminentemente racional. Es mucho más interesante vivir con la duda e incertidumbre, que hacerlo en la firme creencia de verdades que podrían estar erradas.

EL OBJETIVO MINIMO:

En lo que a la Astronomía se refiere, los jóvenes deberían adquirir una formación que los califique por lo menos como astronómicamente alfabetizados. Es frecuente que una persona culta experimente una mezcla de incomodidad y frustración ante faltas de ortografía allí donde nunca jamás deberían verse u oírse: en diarios o revistas, en avisos publicitarios, etc., lo mismo que ante faltas de coordinación verbal proferidas por locutores y entrevistados en los medios audiovisuales. Análogamente existen carencias que denotan lo que podríamos llamar analfabetismo astronómico, por ejemplo:

- Titular de un diario: *La fase llena favoreció la observación del eclipse de Luna*
- Dibujo en otro: Cielo nocturno estrellado y una luna con sus cuernos apuntando hacia abajo.
- En un artículo sobre Urano en una revista de divulgación científica se habla de la ocultación del planeta por una estrella.
- En un semanario de vasta circulación se dice que los EE.UU. emplea dos husos horarios porque su territorio se parte exactamente al E y el O del meridiano de Greenwich.
- Globos terráqueos (en TV ó en carteles publicitarios) que rotan en sentido opuesto al verdadero.
- Un programa de televisión que se emite al amanecer en Buenos Aires muestra una salida de sol captada con teleobjetivo, lástima que ésta corresponda claramente a una localidad situada en el hemisferio norte y latitud bastante mayor que treinta grados!

¿Qué importancia tiene salvar estas carencias? El primer caso denota ignorancia del mecanismo de los eclipses y el segundo desconocimiento del de las fases de la Luna. Los medios deben ser conscientes del papel fundamental que juegan en la cultura y no tienen derecho a exhibir carencias que invalidan la formación que aspiramos para nuestros ciudadanos. Curiosamente creo que más grave son los dos últimos casos, pues crean un condicionamiento subliminal. Para colmo de males la secuencia de la salida de sol es bellísima e invita a su contemplación!

DIFUSION DE LA ASTRONOMIA

El creciente desarrollo de los conocimientos científicos torna rápidamente anticuada la formación que se da en las escuelas y colegios; ello requiere una doble tarea: actualizar la información de los docentes por una parte, y mantener un programa sostenido de difusión y divulgación de las ciencias por medio de libros y recursos audiovisuales.

Debería estimularse la producción de libros de diversos niveles de divulgación entre los astrónomos, no necesariamente textos. La comunidad astronómica de nuestro país, cuya profesionalidad nadie pone en tela de juicio, *se halla en deuda con sus compatriotas* en este sentido. También es preciso inducir a la industria editorial local a superar la comodidad de editar traducciones de obras ya exitosas en otras partes del mundo y a arriesgar apostando además por autores locales. Aunque en menor grado, esto también reza para nuestras editoriales universitarias.

Si tuviésemos una red televisiva dedicada a una cultura integrada, sólo habría que desear que su programación en ciencias en general, y de la Astronomía en particular, tuviese calidad, completitud, y actualidad. Como éste no es el caso, enfrentamos una pobre programación en ciencias en los medios televisivos, incluso en televisoras universitarias.

Dentro de este panorama reticente existen, empero, excepciones:

- Una emisora de TV cable en una localidad de la provincia de Córdoba cuya programación *diaria* de documentales científicas compite exitosamente con noticieros y programas favorecidos en horas preferenciales: ello es todo un ejemplo!

- Un activo grupo originado en el Observatorio de La Plata está desarrollando desde hace pocos años nuevas y creativas técnicas de enseñanza de la Astronomía. Recurre a dramatizaciones, plástica, títeres, etc. con singular éxito entre los niños. Recientemente ha editado *El Quesun* un diccioniario de Astronomía para niños.

- En Córdoba se está desarrollando un proyecto, auspiciado por la Universidad, sobre el desarrollo de técnicas para la enseñanza de la Astronomía en las escuelas primarias y secundarias. En conjunto con el grupo platense se está haciendo un estudio sobre la conceptualización del sistema Tierra/Luna/Sol entre niños de 6 a 11 años de edad.

- En la Patagonia, en Esquel, el grupo de enseñanza de la Física se ha preocupado en producir interesantes guías de actividades para la enseñanza de la Astronomía.

- La Asociación de Profesores de Física de la Argentina edita una revista orientada hacia la capacitación y mejora de los docentes en esa área. A partir de sus próximos números, extenderá su temática también hacia la Astronomía.

- El funcionamiento de dos planetarios respectivamente en Buenos Aires y Rosario es de vital importancia para la difusión y actualización de los conocimientos astronómicos, una tarea que vienen desarrollando con mucha calidad y profesionalismo. Sería de desear que, dada la ubicación geográfica de los mismos en el litoral, se habiliten otros en el interior.

- Los observatorios del país tienen siempre sus puertas abiertas a colegios y el público en general para la observación con instrumentos y sesiones audiovisuales.

EPILOGO

Con estas reflexiones he querido transmitir a los lectores lo que entiendo son los problemas que enfrenta la enseñanza y difusión de los conocimientos astronómicos en nuestro país en los umbrales del siglo XXI. Se trata de una exposición muy personal e incompleta; esencialmente es un pretexto para comenzar una discusión fructífera y constructiva, para despertar inquietudes,para intentar cerrar la brecha entre las dos culturas ...

El autor agradece a sus colegas, Dres. L. A. Milone, R. F. Sisteró, y J. J. Clariá, los comentarios y sugerencias que le hicieran para la preparación del presente MS. El Prof. Suarez, que generosamente contribuyó con informaciones, ejemplos y sugerencias, compromete su sincero reconocimiento ...
V. C. Paz, Junio de 1991.

BIBLIOGRAFIA

1. Fred Hoyle – *De Stonehengue a la Cosmología Contemporánea* – Alianza Ed. Serie Ciencia y Técnica – Colección El Libro de Bolsillo.

2. L. Lederman – Mayo–Junio 1990 – *Ciencia Básica y Desarrollo* – Ciencia e Investigación – 44 – N° 2.

3. H. Poincaré – *Ciencia y Método* – Vol. 409, Colección Austral, Espasa–Calpe.

4. C. P. Snow – *Las dos Culturas*, y *Un segundo enfoque* – Alianza Ed. sección Humanidades de la Colección El Libro de Bolsillo – Madrid.

MODERNOS ARQUITECTOS DEL SISTEMA PERIODICO

LAWRENCE RUBY – LAWRENCE BERKELEY LABORATORY AND DEPARTMENT OF NUCLEAR ENGINEERING
UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA.

Traducción: Ing. Francisco A. Díaz Nuñez
Facultad de Matemática , Astronomía y Física
Universidad Nacional de Córdoba.

PRESENTACION DEL TRADUCTOR

A lo largo del desarrollo de las investigaciones científicas hasta llegar a su etapa más actualizada es necesario desentrañar el significado de los resultados obtenidos en distintas y numerosas experiencias efectuadas en condiciones razonablemente análogas.

Un espléndido ejemplo acerca de cómo se van modificando, y unificando, las distintas teorías lo tenemos en la evolución del Sistema Periódico de los Elementos, imaginado por Mendeleev a principios del Siglo XIX, base fundamental de la Química actual.

Me ha parecido por eso oportuno ofrecer esta traducción del artículo de Lawrence Ruby aparecido en el American Journal of Physics, vol. 52, N° 1, January 1984.

Su lectura nos inducirá a reflexionar acerca del sin número de dificultades que deben afrontar los distintos científicos que investigan sobre un mismo fenómeno hasta poder anunciar una teoría suficientemente aceptable (generalmente perfectible y/o modificable) y acerca de la cantidad de años que este resultado puede demorar en ser obtenido.

Recordemos para este caso particular, que los alquimistas desarrollaron sus trabajos desde antes del Siglo XV dC. y Lavoisier sus estudios en la segunda mitad del Siglo XVIII.

SUMARIO

Se exponen los principales descubrimientos que han transformado el Sistema Periódico de los Elementos propuesto por Mendeleev a su configuración actual. En particular se describen las contribuciones de H.G.J. Moseley y G.T. Seaborg.

DESCUBRIMIENTO DE LA CLASIFICACION PERIODICA

Para el observador casual el Sistema Periódico de los Elementos actual es el mismo propuesto por Mendeleev, con las varias vacantes dejadas por él ahora ocupadas por elementos que eran desconocidos por los científicos del siglo XIX. Esa idea está lejos de ser correcta. Durante las postrimerías del siglo XIX el ordenamiento de los elementos fue revisado varias veces por Mendeleev y otros científicos. Durante el siglo XX se ha modificado por completo la base de la clasificación y un grupo entero de elementos ha sido reubicado.

A pesar de que al químico Dimitri Ivanovitch Mendeleev se le ha adjudicado el descubrimiento de la clasificación periódica de los elementos, como ocurre habitualmente con las buenas ideas científicas, muchos otros científicos propusieron en la misma época un ordenamiento similar de los elementos.

En la figura 1 se muestra uno de los primeros ensayos de Mendeleev sobre clasificación periódica tomado de una publicación de 1869. La repetición periódica de las propiedades químicas de los elementos, ordenadas según sus pesos atómicos, es menos evidente que como ocurría en versiones posteriores. Indudablemente, algunos de los errores cometidos por Mendeleev al proponer la periodicidad correcta se han debido a inexactitudes en los pesos atómicos aceptados en esa época.

Observe las grandes discrepancias del indio y del uranio en esta muestra.

La figura 2 muestra una clasificación posterior,

			Ti =50	Zr =90	? =180
			V =51	Nb =94	Ta =182
			Cr =52	Mo =96	W =186
			Mn =55	Rh =104.4	Pt =197.4
			Fe =56	Ru =104.4	Ir =198
			Ni =Co =59	Pd =106.6	Os =199
H =1			Cu =63.4	Ag =108	Hg =200
	Be = 9.4	Mg =24	Zn =65.2	Cd =112	
	B =11	Al =27.4	? =68	Ur =116	Au =197?
	C =12	Si =28	? =70	Sn =118	
	N =14	P =31	As =75	Sb =122	Bi =210
	O =16	S =32	Se =79.4	Te =128?	
	F =19	Cl =35.5	Br =80	J =127	
Li =7	Na =23	K =39	Rb =85.4	Cs =133	Tl =204
		Ca =40	Sr =87.6	Ba =137	Pb =207
		? =45	Ce =92		
		?Er =56	La =94		
		?Yt =60	Di =95		
		?In =75.6	Th =118?		

Figura 1

publicada en 1871, que comienza a parecerse a la forma actual de la Tabla Periódica. Ya han sido corregidas las anomalías existentes en el indio y el uranio y en esta Tabla se le han asignado posiciones diferentes al níquel y al cobalto. Como síntoma de un problema que iba a volver a ocurrir en conexión con otros pares de elementos, Mendeleev se enfrentó con un dilema acerca de la ubicación del telurio y del iodo pues sus pesos atómicos conocidos indicaban un ordenamiento opuesto al requerido por sus propiedades químicas.

La solución propuesta por Mendeleev partió de la presunción de que el peso atómico del telurio había sido determinado descuidadamente y procedió a reducirlo en una cantidad adecuada. Con esta Tabla, Mendeleev puso en evidencia la ventaja de su clasificación, consistente en que permitía predecir las propiedades de elementos desconocidos con considerable precisión, tal como se puso en evidencia posteriormente.

Exitos singulares se evidenciaron con el eka–aluminio (galio), el eka–boro (escandío) y el eka–silicon (germanio). Mendeleev calificaba a su sistema como una "periodisches Gesetz" (ley periódica).

La figura 3 muestra una clasificación periódica más avanzada publicada por Alfred Werner en 1905. La tabla ha sido ampliada para incluir las "tierras raras", y el torio y el uranio han sido clasificados como "tierras raras similares a metales", en contra del punto de vista de Mendeleev de que el uranio era homólogo con el tungsteno.

Los pares de elementos señalados con trazo grueso identifican posiciones en las cuales la ubicación estaba determinada por las propiedades químicas a pesar de que los pesos atómicos indicasen el orden inverso.

MODIFICACION DEL FUNDAMENTO DE LA CLASIFICACION

En 1913 Henry Gwyng Jeffreys Moseley era un joven físico educado en Oxford que había trabajado posteriormente en el laboratorio de Ernest Rutherford en Manchester.

Al cabo de tres años de trabajar en estos laboratorios Moseley, juntamente con Charles G. Darwin habían desarrollado una interpretación de la reflexión de los rayos X en los cristales similar a la propuesta por Bragg. Moseley incluso se convirtió en un buen experimentador y diseñó instrumental para la medición de los rayos beta y para espectroscopía de rayos X. Después de esos tres años decidió, por iniciativa propia, continuar desarrollando su interés sobre los rayos X y aceptó un cargo en Oxford como investigador independiente. Fue una época crucial en el desarrollo de la física nuclear. Rutherford había propuesto recientemente su modelo de núcleo con corazón denso como resultado de los experimentos sobre dispersión de las partículas alfa realizados por Hans Geiger y Ernest Marsden, y Niels

REIHEN	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe IV	Gruppe V	Gruppe VI	Gruppe VII	Gruppe VIII
	-	-	-	RH^4	RH^3	RH^2	RH	-
	R^2O	RO	R^2O^3	RO^2	R^2O^5	RO^3	R^2O^7	RO^4
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	-=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	-=68	-=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	-=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	-	-	-	- - - -
9	(-)	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	-	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	-	-	
12	-	-	-	Th=231	-	U=240	-	- - - -

Figura 2:

Bohr había anunciado recientemente la aplicación de la fórmula de Balmer a la emisión del hidrógeno, incluyendo el cálculo de la constante de Rydberg, apoyado sobre la base de su modelo cuántico de las órbitas atómicas. Además A. Van der Broek, físico aficionado holandés, había propuesto que los resultados de las experiencias sobre la dispersión de partículas alfa podrían ser interpretados como un índice de que la carga nuclear se correspondía con el número asignado al elemento en la Tabla de Mendeleev. Moseley advirtió que la hipótesis de Van der Broek tenía consecuencias ulteriores ya que la carga nuclear era también la carga de los electrones orbitales la cual determinaba las propiedades químicas. Por lo tanto, si Broek tenía razón, el "número atómico", como lo llamaba Moseley, más que el peso atómico, fijaba la posición de los elementos en la Tabla Periódica. Moseley propuso probar la hipótesis de van der Broek mediante el estudio del espectro de emisión de rayos X de los elementos. Haciendo un buen uso de los conocimientos experimentales que había adquirido bajo la dirección de Rutherford, Moseley fue capaz de construir el aparato adecuado y obtener datos sobre diez elementos antes de finalizar el año. Los resultados indicaron claramente que la serie K del espectro de emisión de rayos X era gobernada por el número atómico antes que por el peso atómico. Más adelante propuso expresiones algebraicas simples sobre cómo dependían del número atómico tanto las líneas k–alfa como las k–beta de los elementos. La Ley de Moseley, como se la designó posteriormente, permitiría luego la verificación de la identidad de nuevos elementos y serviría como herramienta analítica en el análisis de impurezas. A comienzos de 1914 comenzó a aplicar la espectroscopía de rayos X para despejar la confusión existente con respecto a la identificación de las tierras raras.

Moseley fue capaz de poner orden rápidamente en el campo de la química de las tierras raras, ya que él podía conocer en minutos cosas para las cuales los químicos tardaban meses en determinar. La última publicación de Moseley sobre rayos X suministraba datos sobre 38 elementos y extendía la "ley" a cuatro "líneas L", además de las dos "líneas K" del espectro de emisión.

Desafortunadamente no vivió suficiente para conocer la interpretación de su ley, ni para recibir el reconocimiento que merecían sus descubrimientos. El 10 de agosto de 1915 el teniente Henry H. C. Moseley fue muerto en la batalla de Sari Bair en la desafortunada campaña de Gallípoli.

En la figura 4 se ve a Moseley en sus días de estudiante en Oxford, unos 5 años antes de su muerte.

LA UBICACION DE LOS ELEMENTOS POST ACTINICOS

Después del trabajo de Moseley los pares transpuestos citados por Werner fueron acep-

	He	Ne 20	A 39,9	Kr 81,12	X 128		
		Fl 19	Cl 35,45	Br 79,69	J 126,9		
		O 16,00	S	Sr 32,06	Te 127,6		Teα ?
		N 14,04	P 31,0	As 75,0	Sb 120	Bi 208,9	Biα ?
		C 12	Si 28,4	Ge 72	Sn 118,5	Pb 206,9	Pbα ?
		B 11	Al 27,1	Ga 70	Jn 114	Tl 204,1	
		Be 9,1	Mg 24,36	Zn 65,4	Cd 112,4	Hg 200,3	
				Cu 63,6	Ag 107,9	Au 197,2	
				Ni 58,7	Pd 106	Pt 194,8	
				Co 59,0	Rh 103,0	Ir 193,0	
				Fe 55,9	Ru 101,7	Os 191	
				Mn 55,0			
				Cr 52,1	Mo 96,0	W 184,0	
				V 51,2	Nb 94	Ta 183	
				Tl 48,1	Zr 90,7		
				Sc 44,1	Y 89,0		
						Yb 173	
						Tu 171	Ac ?
						Er 166	
						Ho 162	
						Tb 160	
						Gd 156	
						Eu 151,8	U 239,5
						Sa 150,3	
						Pr 140,5	
						Nd 143,6	
						Ce 140	Th 232,5
						La 138	Laα ?
				Ca 40,1	Sr 87,6	Ba 137,4	Rd 225
	H 1,003	Li 7,03	Na 23,05	K 39,15	Rb 85,4	Cs 133	

Figura 3

tados en función de una progresión lógica basada en los números atómicos. Las versiones de la Tabla Periódica que aparecieron entre 1915 y 1945 en general siguieron la versión propuesta por Werner, excepto que las tierras raras eran presentadas como un añadido y los elementos posteriores al torio estaban ubicados de tal manera que el uranio aparecía en su anterior posición por debajo del tungsteno. La figura 5 nos muestra la Tabla aceptada tal como ella aparecía en un texto conocido común publicado en 1938.

Durante la década del 30 varios grupos de trabajo, principalmente Enrico Fermi y sus colegas en Italia, y Otto Hahn y Fritz Strass-

mann en Alemania investigaron acerca de la producción de elementos transuranianos utilizando fuentes de neutrones. Sin embargo cualquier posibilidad de éxito era obstaculizada por un efecto accesorio que aún no había sido adecuadamente interpretado: la fisión nuclear.

Irónicamente, cuando por fin fue obtenido el primer núclido transuraniano, ello fue debido a una experiencia imaginada para obtener otra cosa. Durante la segunda Guerra Mundial, con la ayuda del ciclotrón de 1,50 m en Berkeley y los reactores nucleares en Oak Ridge y Hanford, se descubrieron cuatro elementos transuranianos (neptunio, plutonio, americio y curio). En la figura 6 podemos ver a Glenn J. Seaborg quien, como Profesor de Química y miembro del Laboratorio de Radiación de Ernest Lawrence, tuvo participación fundamental en el descubrimiento de los últimos tres y en el de varios de los elementos transuranianos descubiertos desde entonces.

Detrás de Seaborg podemos observar una parte de una Tabla Periódica obsoleta (de alrededor de 1945), la cual aún se exhibe en la Universidad de California, Berkeley. Alguien ha agregado después del uranio los cuatro nuevos elementos. A lo mejor ello ocurrió porque al comienzo se sospechaba, basados en la similitud química de los elementos, que una nueva serie parecida a la de las tierras raras comenzaba con el uranio. Sin embargo, apoyado en un razonamiento posterior Seaborg, en 1945, hizo pública la proposición de que las nuevas series realmente comenzaban con el actinio.

La prueba aducida por Seaborg acerca de la existencia de la serie actínica se sustentaba principalmente en la química del neptunio y del plutonio.

A pesar de que los primeros miembros de los elementos post actínicos mostraban semejanza con el hafnio y el tantalio, y con los homólogos del último, zirconio y niobio, los miembros siguientes de la serie no exhibían prácticamente ninguna semejanza con el rhenio y el osmio, ni con sus homólogos, tecnecio y rutenio. Seaborg conjeturó que la serie actínica se caracterizaría por el complemento del nivel 5 f del electrón como es el caso del nivel 4 f del electrón en los lantánidos.

Figura 4

PERIODIC TABLE

O	IA	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
2 He 4 002	3 Li 6.940	4 Be 9.02											5 B 10.82	6 C 12.00	7 N 14.008	8 O 16.000	9 F 19.00
10 Ne 20 183	11 Na 22.997	12 Mg 24 32	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB	13 Al 26.97	14 Si 28.06	15 P 31.02	16 S 32.06	17 Cl 35.457
18 A 39.944	19 K 39.096	20 Ca 40 08	21 Sc 45.10	22 Ti 47.90	23 V 50.95	24 Cr 52.01	25 Mn 54.93	26 Fe 55.84	27 Co 58.94	28 Ni 58.69	29 Cu 63.57	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.60	33 As 74.91	34 Se 78.96	35 Br 79.916
36 Kr 83.7	37 Rb 85.44	38 Sr 87.63	39 Y 88.92	40 Zr 91.22	41 Cb 92.91	42 Mo 96.0	43 Ma 99	44 Ru 101.7	45 Rh 102.91	46 Pd 106.7	47 Ag 107.88	48 Cd 112.41	49 In 114.76	50 Sn 118.70	51 Sb 121.76	52 Te 127.61	53 I 126.92
54 Xe 131.3	55 Cs 132.91	56 Ba 137.36	15 Rare Earths	72 Hf 178.6	73 Ta 180.88	74 W 184.0	75 Re 186.31	76 Os 191.5	77 Ir 193.1	78 Pt 195.23	79 Au 197.2	80 Hg 200.61	81 Tl 204.39	82 Pb 207.22	83 Bi 209.00	84 Po 210	85 Am?
86 Rn 222	87 ?	88 Ra 226.05	89 Ac 227	90 Th 232.12	91 Pa 231	92 U 238.14											

Figura 5

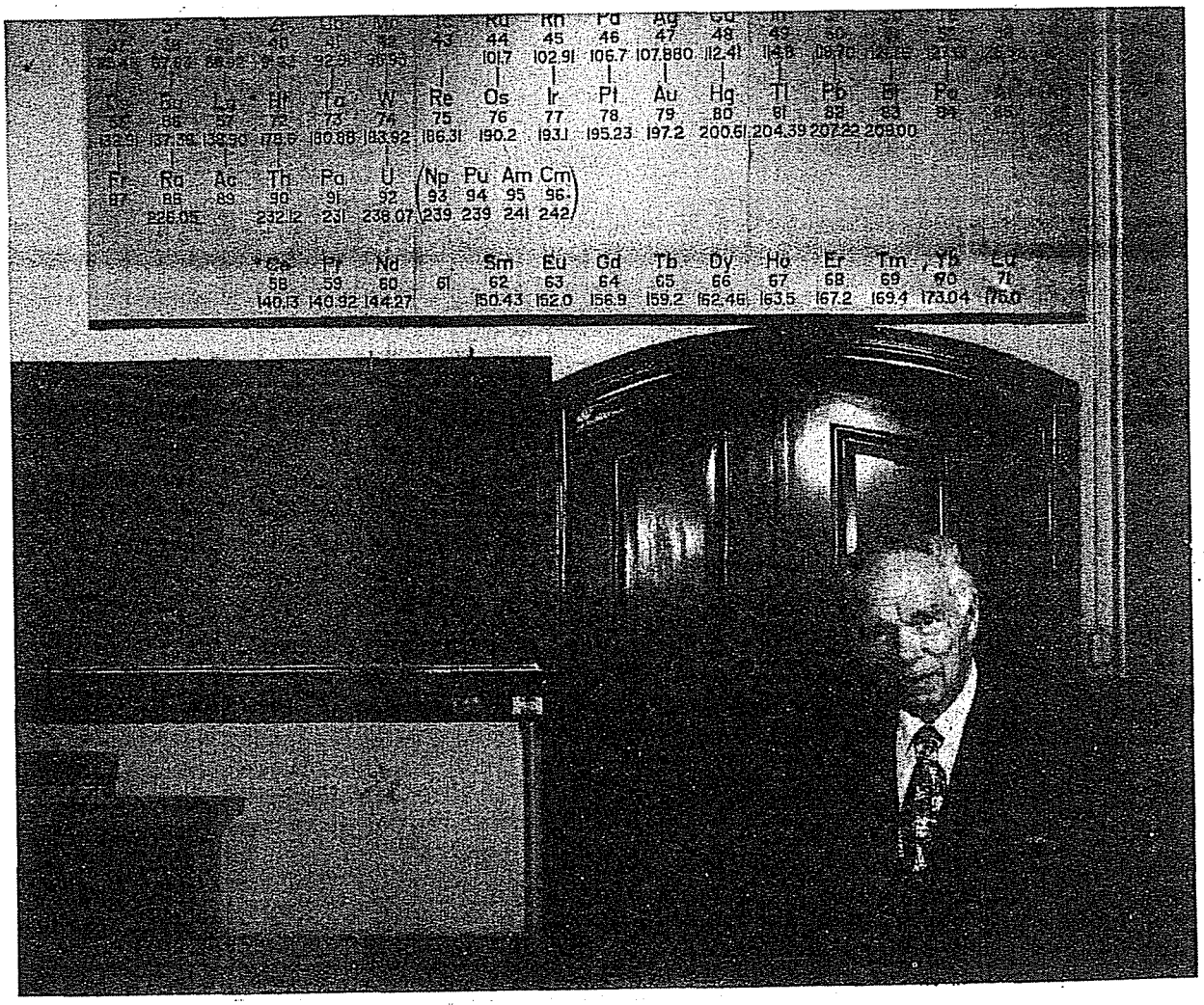


Figura 6

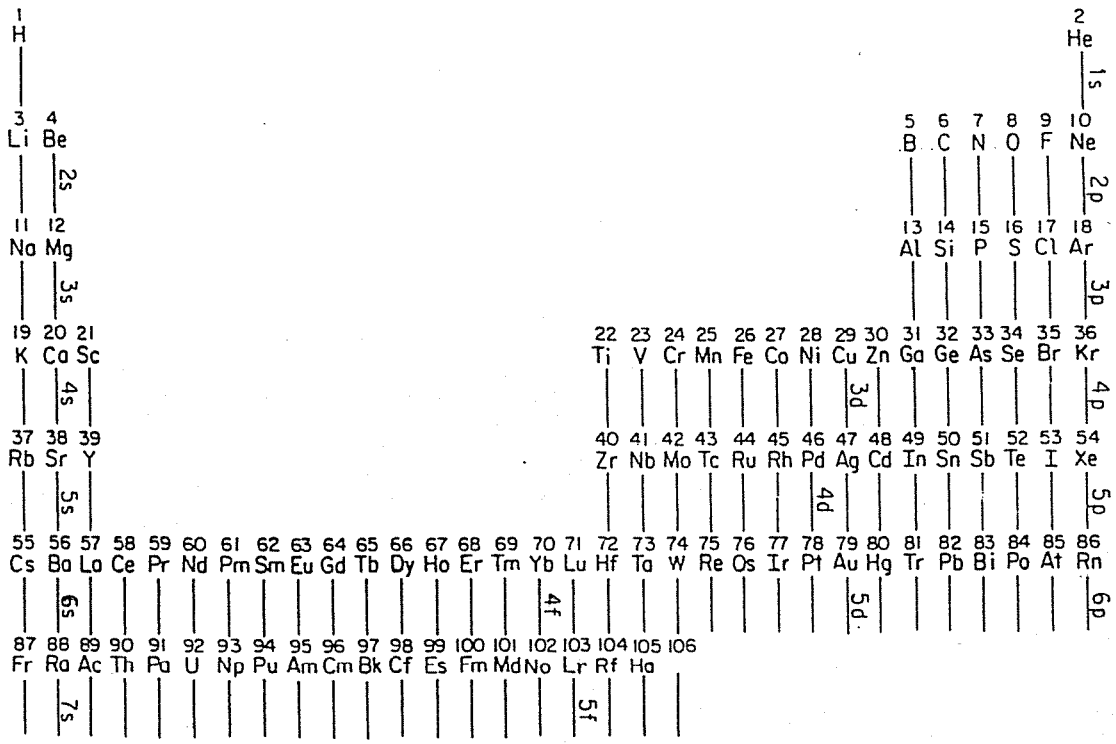


Figura 7

La propuesta de Seaborg ha soportado la prueba temporal al ser descubiertos más elementos transuránicos y ser investigada más profundamente su química. Aún después de que fuera publicada la propuesta, aspectos predictivos del esquema actínico tuvieron influencia en el descubrimiento de los elementos 95 (americio) y 96 (curio), tal como ocurría en la búsqueda de elementos transuránicos más alejados. El nivel 5 f se predijo que iba a ser completado en el nobelio y el lawrencio, los últimos elementos de la serie actínica, y que los elementos siguientes llenarían progresivamente el nivel 6 d.

La figura 7 muestra una versión corriente de la Tabla Periódica, aunque una versión totalmente al día debería presentar los elementos 107 y 109. Mendeleev sin duda se sorprendería al ver que el innominado elemento 106, y no el uranio, es el homólogo del tungsteno; pero él estaría totalmente de acuerdo en que Moseley y Seaborg han tenido una influencia significativa como constructores modernos de la Tabla Periódica.

PENDULO ELECTROMAGNETICO

ING. AGUSTIN J. FRASCINO

GRUPO DE ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA (GECYT)
Facultad de Matemática, Astronomía y Física
Universidad Nacional de Córdoba.
Ciudad Universitaria. 5000 Córdoba. Argentina

INTRODUCCION

Cuando un conductor C se desplaza cortando las líneas de fuerza de un campo magnético H, los electrones libres e^- de ese conductor son empujados según una dirección d, perpendicular a la trayectoria n y al campo H (fig. 1). Simultáneamente, aparece una fuerza F, con sentido contrario al desplazamiento.

Para poner evidencia esa fuerza de frenamiento, proponemos la construcción de un aparato que consiste en un péndulo metálico que pasa entre los polos de dos imanes (Fig. 2).

Cada vez que el péndulo corta las líneas de fuerza actúa sobre él la mencionada fuerza de frenamiento, reduciendo en forma notable el tiempo que demora en detenerse.

Para nuestro prototipo hemos utilizado dos imanes de "alnico" con forma de herradura, de las dimensiones especificadas en la figura 3.

Las piezas a construir son las siguientes:

SOPORTES DE LOS IMANES

Se recortan dos trozos de madera de 15 mm x 25 mm x 100 mm, y uno de 10 mm x 75 mm x 100 mm, que se unen entre sí mediante cola vinílica o pequeños clavos (Fig. 4).

Los imanes se mantienen en posición con clavos descabezados de 1 1/2" (aproximadamente 38 mm), colocados en la parte superior del soporte, y sobresaliendo de éste unos 20 mm.

Los imanes deben entrar ajustadamente en sus alojamientos, de modo que entre los polos enfrentados queden 10 mm.

PENDULO

Se utilizará chapa de aluminio de 1 mm de espesor, recortada como se indica en la figura 5.

Esta placa de aluminio es sostenida por una varilla de madera, preparada como se ve en la figura 6.

El eje se construye con un clavo o con un trozo de alambre, que se fija en el extremo superior de la varilla mediante adhesivo ("Poxipol" o similar), como se ve en la figura 7. En la parte inferior se pega con el mismo adhesivo la placa metálica, como se ilustra en la figura 2.

SOPORTE DEL PENDULO

La base (Fig. 8) es un trozo de madera de 20 mm de espesor, que lleva un agujero pasante en el cual va inserta la columna.

La columna (Fig. 9) es una varilla de madera, en uno de cuyos extremos hay una caladura en la que asienta la ménsula.

La ménsula es también de madera. En uno de sus extremos van aplicados dos pitones o ganchos de alambre, donde apoyará el eje del péndulo (Fig. 10).

Las guías son dos varillas de madera de 10 mm x 10 mm x 100 mm que van adheridas a la base, de modo que entre ellas pueda deslizarse el soporte de los imanes, como puede verse en la figura 2.

ARMADO

Se pega con cola vinílica la ménsula al extremo superior de la columna, y ésta a la base. Debe verificarse con una escuadra que estas piezas son perpendiculares entre sí.

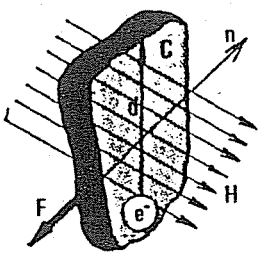


FIG. 1

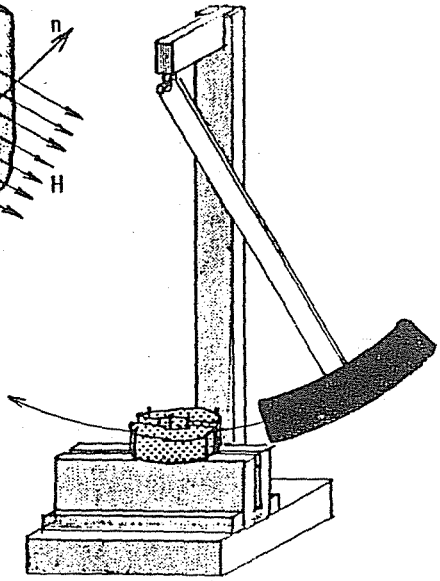


FIG. 2

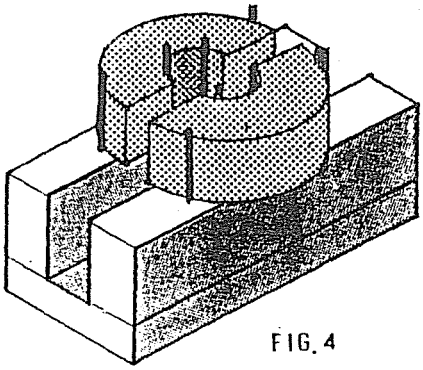


FIG. 4

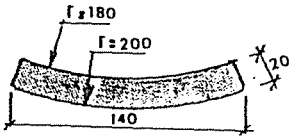


FIG. 5

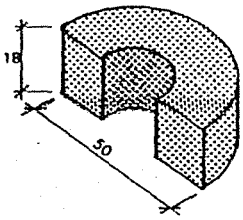


FIG. 3

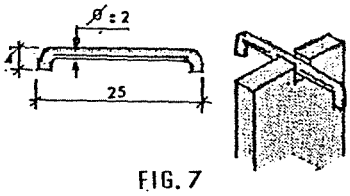


FIG. 7

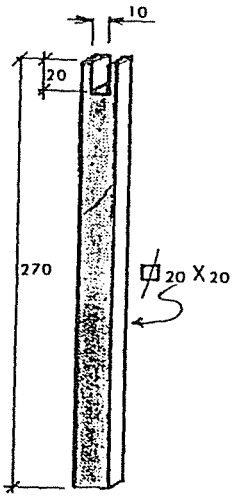


FIG. 9

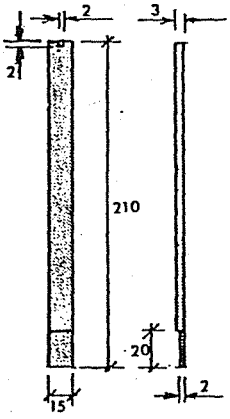


FIG. 6

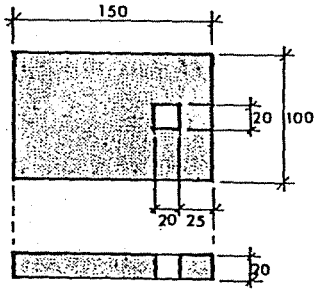


FIG. 8

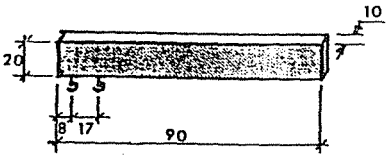


FIG. 10

Se cuelga el péndulo de los pitones, y se dispone el juego de imanes son su soporte sobre la base, de modo que el péndulo pueda oscilar entre ellos sin tocarlos.

Se marca sobre la base la posición del soporte, se retira éste, y se pegan la guías a la base.

El soporte debe poder deslizarse sin atascamiento entre las guías.

FUNCIONAMIENTO

– Retire del aparato el juego de imanes.

– Aparte el péndulo unos 30° de su posición de equilibrio, y déjelo en libertad. Mida el tiempo que demora en detenerse totalmente.

– Coloque el juego de imanes y suelte el péndulo desde igual ángulo. Mida el tiempo que demora en detenerse. Compare el resultado con el obtenido en la determinación anterior.

– Sostenga el aparato sobre la mesa, de modo que no pueda desplazarse.

– Con el péndulo en reposo, mueva rápidamente unos 3 cm el juego de imanes entre las guías. Observe el comportamiento del péndulo. Relacione esta experiencia con la anterior. Trate de determinar si los efectos observados obedecen a la misma o a diferentes causas.

ASOCIACION DE PROFESORES DE FISICA DE LA ARGENTINA

La Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA), entidad que agrupa a más de dos mil profesores de Física de todo el país de los niveles secundario, terciario y universitario, cuenta entre sus objetivos:

– Procurar que la enseñanza de la Física sea cada vez más significativa y eficiente en todos los niveles educativos y en todas las jurisdicciones del país.

– Promover el estudio y la investigación en la enseñanza de la Física.

– Fomentar el intercambio y la comunicación entre las personas y las instituciones dedicadas a la enseñanza de la Física.

– Suscitar la inquietud de los docentes de Física por temas que constribuyan a ubicarlo frente a los problemas fundamentales de carácter científico–técnico que enfrente al país.

– Difundir las novedades metodológicas, en equipos y en otros medios auxiliares de la enseñanza.

– Procurar el acercamiento entre los diferentes niveles del sistema de educación científica.

Para el logro de sus objetivos la Asociación desarrolla las siguientes actividades: organiza periódicamente Reuniones Nacionales de Educación en la Física (REF) donde se exponen trabajos de interés para sus socios e invitados especiales, y se desarrollan cursos de perfeccionamiento y actualización; edita los trabajos mencionados precedentemente; publica trabajos de investigación en enseñanza de la Física e información de interés para sus asociados, en una revista y un boletín nacional; promueve, colabora y organiza proyectos nacionales que tiendan a producir un mejoramiento en la enseñanza de la Física; y mantiene relaciones con otras Asociaciones Docentes y Científicas del país y del extranjero.

Actualmente la Asociación de Profesores de Física de la Argentina está desarrollando los siguientes proyectos:

1. "METODOLOGIA": este proyecto tiene como objetivo promover un proceso de modernización estructural en los Institutos de Formación de Profesores de todo el país. Para el logro del mismo se desarrollan las siguientes acciones: los docentes de dichos Institutos coordinan con sus alumnos de los últimos cursos la planificación y elaboración de "paquetes" instruccionales, que cubran temas de Física actualmente en vigencia en la escuela media, para ser utilizados en el nivel medio por aquellos colegas que se interesen en particular de una segunda etapa experimental.

2. "PROYECTO DESTINADO A LOS PROFESORES DE FISICA DE LAS INSTITUCIONES FORMADORAS DE DOCENTES": tiene como objetivo promover el desarrollo de módulos de enseñanza de nivel terciario por parte de los docentes de las asignaturas Física I a Física IV de los Profesorados. Dichos módulos podrán ser utilizados en la enseñanza de la Física a alumnos de Profesorado.

3. "PUBLICACIONES":

   a – REVISTA: tiene como objetivo la publicación de una Revista de Enseñanza de la Física cuyos contenidos fundamentales son: investigación en docencia, historia, problemática de la enseñanza, taller y laboratorio, etc. A la fecha se han editado seis números.

   b – BOLETIN: tiene como objetivo la difusión de las actividades que se desarrollan en nuestro país y en el exterior, tendientes a producir un mejoramiento en la enseñanza de la Física. Entre 1985 y 1989, año en que renunció el coordinador del proyecto, se editaron once números.

5. "REUNIONES NACIONALES DE EDUCACION EN LA FISICA (REF)": estas reuniones tienen como objetivos brindar a los participantes la posibilidad de actualizar y profundizar su formación profesional, posibilitar la interacción de docentes e investigadores de Física, y promover la participación de docentes de Física de la región en la cual se realiza la reunión.

6. "INVESTIGACION BASICA Y APLICADA PARA LA CONDUCCIÓN DE APRENDIZAJES EN CIENCIAS EXPERIMENTALES": su objetivo es desarrollar material, sobre la base de una encuesta previa y definiendo claramente núcleos temáticos (la luz, el agua, etc), que incluya conceptualización, ejercitación de laboratorio, metodología en el proceso de enseñanza–aprendizaje, sin descuidar la integración de las Ciencias Elementales en un contexto general.

8. "INVESTIGACION DE POSTGRADO EN ENSEÑANZA DE LA FISICA": tiene como objetivo la organización de actividades y carreras del cuarto nivel de enseñanza de la Física, destinadas a la formación de recursos humanos capaces de producir investigación significativa en el área.

9. "INVESTIGACION DE CAPACIDADES OPERATORIAS DE ESTUDIANTES EN AREAS DE DIFERENTES CARACTERISTICAS CULTURALES DEL PAIS": sus objetivos son determinar en que medida los jóvenes que aspiran a cursar carreras universitarias en las Facultades de Ciencias, poseen las capacidades operatorias que caracterizan a la etapa operacional–formal del desarrollo cognoscitivo, según la óptica piagetiana de sicología genética; hacer un relevamiento de estas capacidades en diferentes lugares del país, en búsqueda de posibles relaciones entre factores socio–cultural y geográficos, y el grado de desarrollo del pensamiento formal; correlacionar el nivel operatorio con el rendimiento académico; y reunir una valiosa información, actualmente no disponible en nuestro medio, que debería ser tenida en cuenta por los organizadores encargados de planificar la enseñanza de la Física a nivel nacional.

SEPTIMA REUNION NACIONAL DE EDUCACION EN LA FISICA REF VII

Durante los días 16, 17, 18, 19, y 20 de setiembre de 1991 se realizó en la ciudad de Mendoza, la VII Reunión Nacional de Educación en la Física, en la que estuvieron presentes profesores y científicos de todo el país, como así también invitados especiales del extranjero.

Esta reunión bianual organizada por la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA), tiene por objetivo:

- Brindar a los participantes la posibilidad de actualizar y profundizar su formación profesional.
- Promover el intercambio de experiencias e información en lo referente al mejoramiento de la enseñanza de la Física.
- Promover la realización y presentación de trabajos que constituyan un desarrollo e investigación originales en el área de la enseñanza de la Física.
- Brindar un espacio adecuado para la presentación e información de los proyectos viegentes dentro de la APFA.

Las actividades académicas que se llevaron a cabo durante REF 7 son las siguientes:

– Presentación de trabajos de investigación.

– Desarrollo de talleres de trabajo para docentes de Física de los niveles medio, terciario y universitario básico.

– Dictado de conferencias generales a cargo de especialistas.

– Realización de mesas redondas y debates integrados por especialistas de relevante actuación en el campo de la enseñanza de la Física.

– Exhibiciones de material científico y didáctico.

– Elaboración de recomendaciones que constituyan la síntesis y el resultado de la reunión como aporte para mejorar la enseñanza de la Física en nuestro país.

– Puestas al día de los proyectos de APFA actualmente activos.

– Debate Comisión Nacional, donde cada Secretaría Provincial informará sobre lo actuado.

– Debates sobre la enseñanza de la Física, en los cuales serán panelistas expertos argentinos y extranjeros de relevante actuación en este campo.

Respecto de los talleres de trabajo que se desarrollaron, enumeramos a continuación sus nombres, docentes a cargo y lugar de donde provienen:

N° 1: REFLEXIONES METODOLOGICAS SOBRE LA ENSEÑANZA–APRENDIZAJE DE LA MECANICA. Ing. F. Mitnik – Córdoba.

N° 2: CINEMATICA EN DOS Y TRES DIMENSIONES. Ing. C. Speltini y Prof. H. Lovera – Buenos Aires.

N° 3: INEXISTENCIA DE MOVILES PERPETUOS E IRREVERSIBILIDAD DE LOS PROCESOS NATURALES. Ing. M. Cotignola – Buenos Aires.

N° 4: MECANICA BASICA. Lic. R. Romero – San Juan.

N° 5: ¿QUE ES LA FISICA Y COMO LA ENSEÑAMOS?. Prof. V. Guyot – San Luis.

N° 6: PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA ENSEÑANZA–APRENDIZAJE DEL ELECTROMAGNETISMO. Lic. A. M. Figueroa de Lewin y T. Monmany de Lomáscolo – Tucumán.

N° 7: MODELO Y REALIDAD. Lic. J. Salinas y L. Colombo de Cudmani – Tucumán.

N° 8: CONDUCTORES Y SUPERCONDUCTIVIDAD. Ing. V. Capuano – Córdoba.

N° 9: INTERFASE ENTRE UN MICROCOMPUTADOR Y LA EXPERIENCIA EN UN LABORATORIO DE FISICA. Prof. P. García y J. Correa – Uruguay.

N° 10: EL USO DEL PROBLEMA COMO RECURSO PARA EL APRENDIZAJE DE LA FISICA. Prof. J. Rubinstein – Buenos Aires.

N° 11: ALGUNOS EXPERIMENTOS SIMPLES DE OPTICA GEOMETRICA E INICIACION A LA TEORIA DE ERRORES POR AZAR. Dr. A. Maiztegui – Córdoba.

N° 12: OPTICA LASER. Dr. E. J. Quel – Buenos Aires.

N° 13: OPTICA FISICA. Profs. R. Salas y H. Tricárico – Buenos Aires.

N° 14: APORTES DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA A LA EDUCACION EN FISICA. Profs. R. Bazo y H. Traba – Buenos Aires.

N° 15: JUEGOS FISICOS. Lic. A. Rela – Buenos Aires.

N° 16: LA "V" EPISTEMOLOGICA DE GOWIN Y LOS MAPAS CONCEPTUALES COMO RECURSO INSTRUCCIONAL DE LA ENSEÑANZA DE LA FISICA. Dr. M. A. Moreira – Brasil.

N° 17: EL CONSTRUCTIVISMO EN LA ENSEÑANZA DE LA FISICA. Prof. Ana María Pessoa – Brasil.

N° 18: EL TRABAJO DE INVESTIGACION COMO RECURSO METODOLOGICO Y COMO FUENTE GENERADORA DE MATERIAL DIDACTICO DE BAJO COSTO. Lic. Sonia Concari e Ing. Roberto Pozo – Santa Fe.

N° 19: TRANSGRESIONES A LA FISICA EN DIBUJOS ANIMADOS. Dr. Jorge Sztrajman – Buenos Aires.

N° 20: CONSTRUYENDO EL ROL DEL DOCENTE EN FISICA. Prof. Victor Katz – Tucumán.

N° 21: UNA FISICA PARA PENSAR. Ing. Eduardo Aberbuj – España.

N° 22: LA CONCEPTUALIZACION DE LOS FENOMENOS TERMICOS. Dr. Walter Mulhall – Santa Fe.

N° 23: RAZONES PARA UNA NUEVA ESTRUCTURACION DE LA FISICA. Prof. Friedrich Herrman – Alemania.

N° 24: CIRCUITOS ELECTRICOS Y SU ENSEÑANZA. Prof. Romilio Tambutti – México.

N° 25: LAS ACTIVIDADES CIENTIFICAS EXTRACURRICULARES Y LOS CLUBES DE CIENCIA. Prof. Elsa Quiroga de Olivo – Bolivia.

N° 26: ASTRONOMIA Y GRAVITACION. Prof. Ramiro Tobón – Colombia.

N° 27: TEMAS SELECTOS DE LA MECANICA DE LA PARTICULA. Ings. Horacio Melleville y Santiago Queiro – Buenos Aires.

N° 28: LA ENSEÑANZA DE LOS CONCEPTOS FISICOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA PSICOLOGIA Y DEL APRENDIZAJE. Dres. Héctor Muñoz e Irene Villarroel – Chile.

N° 29: DESARROLLO CURRICULAR PARA EL PRIMER AÑO DE LAS CARRERAS TECNICAS Y CIENTIFICAS. Dr. Jorge Barojas – México.

N° 30: EPISTEMOLOGIA, COGNICION Y DIDACTICA DE LA FISICA. Prof. Fernando Flores Camacho – México.

N° 31: RAZONAMIENTO EN VOZ ALTA. Ing. Jorge Flores Herrera – Ecuador.

N° 32: APROXIMACION A LA FISICA A TRAVES DE METODOS NUMERICOS Y SIMULACION COMPUTACIONAL. Prof. Ricardo Buzzo – Chile.

N° 33: CONSTRUCCION DE MATERIAL DE BAJO COSTO. Prof. Luciano de los Santos – Uruguay.

Durante los días 21 y 22 de septiembre se desarrolló un taller opcional a cargo del FERMI NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY (FERMILAB), que tiene por objetivo la introducción de un tema de Física Moderna para dar al joven un panorama y una experiencia activa sobre lo excitante de la ciencia, por medio de actividades sencillas con material de bajo costo que presentan problemas similares a los que enfrentan los físicos de partículas.

La reunión ha sido declarada de interés Nacional, Provincial y Municipal, contando con el auspicio de los Ministerios de Educación y Justicia de la Nación (Res. 14455 – 10/08/90) y de la Provincia de Mendoza (Res. 963 – 17/07/90) y del Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba (Res. 2575 – 5/12/90). Recibe también el apoyo de las siguientes entidades: Universidad Tecnológica Nacional – Regional Mendoza. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales – Universidad Nacional de Misiones. Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación Argentina. Instituto Superior del Profesorado Joaquín V. Gonzalez. Centro Internacional de Física (CIF). Centro Latinoamericano de Física (CLAF).

VISITAS

- Fa.M.A.F. – U.N.Córdoba. –
  1–30 Setiembre 1991.
  Del 1 al 30 de setiembre, dentro del marco del Acuerdo de Cooperación firmado entre la Facultad de Matemática, Astronomía y Física y el Instituto de Física de la Universidad Federal de Río Grande do Sul, estuvo en Córdoba el DR. MARCO ANTONIO MOREIRA, designado como Profesor Visitante.

  Durante su estadía coordinó diversos proyectos actualmente en desarrollo en el Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología (GEC y T) de la Fa.M.A.F e intervino en discusiones acerca de la marcha de los Profesorados de Matemática y de Física de la Facultad.

  El Dr. Moreira, Profesor Titular y Vice-Director del Instituto de Física de la Universidad Federal de Río Grande do Sul (Brasil), obtuvo su doctorado en Enseñanza de las Ciencias en la Universidad de Cornell en 1977. Ha publicado varios libros así como numerosos trabajos en revistas y comunicaciones en congresos la mayoría en enseñanza de las ciencias (Física) y los demás de un modo general en teorías de aprendizaje, metodología de enseñanza superior e investigación educacional.

SIMPOSIO–ESCUELA SOBRE EDUCACION EN LA FISICA VILLA CARLOS PAZ, 1° AL 13 DE OCTUBRE DE 1990.

OBJETIVO GENERAL

Promover la investigación, particularmente en las instituciones responsables de la formación de docentes, lo que puede constituir una contribución importante también para la Educación en la Ciencia y la Educación en general.

ORGANIZACION

El Comité Organizador estuvo integrado por miembros de la Academia Nacional de Ciencias, y profesores de la Universidad Nacional de Córdoba y de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina, con la coordinación del Doctor Alberto Pascual Maiztegui.

Este Comité designó una Comisión Ejecutiva, encargada de resolver aspectos operativos de la reunión y una Comisión de Selección, la que tuvo a su cargo el examen de las 110 solicitudes para concurrir al Simposio–Escuela, provenientes de Chile, Bolivia, Paraguay, Brasil, Uruguay, México, República Dominicana y Argentina.

FUENTES DE FINANCIACION

Los organismos nacionales e internacionales que hicieron posible la realización del Simposio–Escuela por su ayuda financiera fueron: la UNESCO, la OEA, el Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Provincia de Córdoba; la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Provincia de Córdoba; una donación de Alberto P. Maiztegui y la Academia Nacional de Ciencias.

También deben ser considerados aportes importantes para comunicaciones, transportes, impresiones, etc., tanto de la Universidad Nacional de Córdoba, como de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física, la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y la Academia Nacional de Ciencias.

DESARROLLO DEL SIMPOSIO–ESCUELA PROFESORES INVITADOS, A CARGO DE GRUPOS DE TRABAJO

Fueron invitados los profesores: **Ricardo Buzzo**, de la Universidad Católica de Valparaíso, Chile, quien se ocupó de Computación Aplicada a la Enseñanza de la Física; **Leonor Colombo de Cudmani**, de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, cuyo tema principal fue la transferencia de resultados en la investigación educativa en Física; **Celia Dibar de Ure**, de la Universidad Federal Fluminense, Niteroi, Brasil, quien trabajó sobre algunas investigaciones sobre el aprendizaje de la Física; **Daniel Gil Pérez**, de la Universidad de Valencia, España, quien se ocupó de los problemas de la formación de profesores; y **Marco Antonio Moreira**, de la Universidad Federal de Porto Alegre, cuyo tema central fue sobre aspectos metodológicos en investigación sobre Enseñanza de la Física.

LAS PUESTAS AL DIA

La primera actividad del Simposio–Escuela se inició el día Lunes 1° y consistió en sucesivas presentaciones de los profesores de una **"puesta al día"**, desde sus puntos de vista, de las investigaciones en sus campos de Edu-

cación en la Física.

Como cierre de esta actividad, Alberto P. Maiztegui informó a los participantes sobre el programa de la UNESCO "University Foundation Course in Modern Science", que inicialmente se concentrará en Física y Química, particularmente en el nivel universitario inicial. Este programa es una oportunidad para desarrollar actividades cooperativas en todo el mundo, que mejoren significativamente la Educación en la Ciencia.

La primera actividad del Simposio–Escuela finalizó el Martes 2 a las 18 y 30 informando a los participantes sobre cómo fue organizado el Simposio–Escuela y cómo se seleccionó a los participantes, becados y no becados.

La actividad generada por las "puestas al día", tuvo un propósito principal: que todos los participantes adquirieran información sobre lo que está ocurriendo en el mundo de la Educación en la Física, expuesto desde cinco puntos de vista.

LOS CURSILLOS DE INTRODUCCION

Dos propósitos principales tuvieron estos cursillos: 1) informar sobre el tema de cada Grupo de Trabajo a los participantes integrantes de ese Grupo que no se hubiesen iniciado en él antes del Simposio–Escuela, o actualizar a quienes ya estuviesen trabajando. Todos los integrantes del correspondiente Grupo de Trabajo participaron de esta actividad; 2) ofrecer a integrantes de otros Grupos de Trabajo una información sobre el tema del cursillo, más detallada o suplementaria de la ofrecida en las "puestas al días".

Cada participante del Simposio–Escuela tuvo oportunidad, entonces, de concurrir a un segundo cursillo de introducción además del correspondiente a su Grupo de Trabajo, a su elección, dentro de las posibilidades ofrecidas por el horario.

Esta actividad se desarrolló desde el Miércoles 3 hasta el Sábado 6, con el intervalo ocupado el Viernes por la tarde, por el Panel sobre Educación en la Ciencia.

EL PANEL SOBRE EDUCACION EN LA CIENCIA

Se invitó como panelistas a Ricardo Buzzo, Marco Antonio Moreira, Daniel Gil Pérez y a Félix Mitnik. Como moderador actuó Alberto Maiztegui. Se les pidió que cada uno expusiera alrededor de 10 minutos como máximo, para poder disponer de tiempo en el esperado debate. Se invitó a autoridades académicas, universitarias, educacionales de la provincia, a legisladores provinciales y personalidades de la Educación, quienes junto a los participantes del Simposio–Escuela, colmaron la capacidad del Salón de Actos de la Academia Nacional de Ciencias.

LOS GRUPOS DE TRABAJO

En estos se consideraron cinco temas:

1. **Daniel Gil Pérez**: Qué debe hacer y que debe saber hacer un profesor de Física.
2. **Leonor Colombo de Cudmani**: Transferencia a la práctica docente de los resultados de la investigación educativa.
3. **Celia Dibar de Ure**: Recorriendo algunos caminos de la investigación en el aprendizaje de la Física Básica Universitaria.
4. **Marco Moreira**: Referencias Teóricos, cuestiones básicas y aspectos metodológicos en investigación sobre Enseñanza de la Física.
5. **Ricardo Buzzo**: Aplicaciones de microcomputadores a la Enseñanza de la Física.

BALANCE Y FUTURO

El sábado 13 por la mañana hubo una reunión general, con la presencia de autoridades de la Universidad Nacional de Córdoba y la Academia Nacional de Ciencias en la cual se hizo un resumen a modo de balance del Simposio–Escuela y una expresión de deseos para el futuro.

El balance, de acuerdo con lo expresado por profesores invitados y participantes, fue tan favorable como para pensar en nuevas reuniones regionales como ésta, en Argentina o en otros países, con una periodicidad de 3 ó 4 años.

Consideramos conveniente destacar que esta reunión demostró con hechos la conveniencia de haber sido realizada, por el número de solicitantes, por la calidad tanto profesional como personal de los participantes y de los profesores invitados, por el apoyo financiero de entidades nacionales e internacionales y por el

apoyo logístico de las instituciones organizadoras y otras instituciones de Córdoba. En momentos difíciles para nuestros países el Simposio–Escuela sobre Educación en la Física constituye una contundente señal de esperanza para el futuro, apoyada en la convicción de que estamos "en condiciones de hacer", en contraposición con la postura de muchos que dicen que "no se dan las condiciones".

CONFERECIA INTERAMERICANA SOBRE EDUCACION EN LA FISICA (Interamerican Conference on Physics Education)

14 al 20 de Julio de 1991 –
Caracas – Venezuela.

Reseña Histórica.

Estas Conferencias fueron iniciadas por el CLAF (Centro Latino–americano de Física y la OEA (Organización de los Estados Americanos). La primera se realizó entre el 24 y el 29 de Junio de 1963 en Río de Janeiro.

Vale la pena destacar que el grupo de participantes, de excelente nivel científico (como lo revela la presencia, entre otros destacados físicos, de Richard Feynman, quien luego sería Premio Nobel de Física) dedicó un capítulo a "Enseñanza de la Física en América Latina", donde expusieron los profesores Ernesto Galloni (argentino), Paulus Pompeia (brasileño) y Eric Rogers (británico); y otro capítulo a "La preparación de profesores de Física en la américa Latina", donde expusieron Félix Cernushi (uruguayo–argentino), Heitor de Souza (brasileño) y Sanborn Brown (estadounidense). El discurso principal estuvo a cargo de Freynman.

La conferencia produjo Recomendaciones referentes a Enseñanza Superior y a Enseñanza Media. El Informe Final fue publicado por la OEA.

Luego de un intervalo de doce años, la Conferencia siguiente se realizó entre el 1° y el 5 de Setiembre de 1975 en Caracas, Venezuela. Los objetivos de la Conferencia fueron:

1)Analizar la importancia de la Física para el desarrollo social, cultural y económico, e identificar las áreas en que la contribución de los físicos puede ser más inmediata y efectiva.

2) Formular, a partir de los análisis anteriores, recomendaciones para que la formación de los físicos les permita participar activamente en los esfuerzos para lograr el desarrollo integral de sus países y de la región.

El temario incluyó "analizar, èn el marco del actual desarrollo integral de nuestros países, la enseñanza de la Física en todos sus niveles a través de la evolución experimentada en los últimos años".

También esta Conferencia produjo Recomendaciones sobre: Física, Tecnología y Desarrollo; Física y otras disciplinas científicas; Enseñanza de la Física; Física y el Medio Ambiente.

Entre los participantes queremos destacar la presencia de nuestro Jorge Alberto Sábato.

La OEA publicó el informe final.

Otros doce años transcurrieron hasta que se realizara la conferencia siguiente, en Oaxtepec, México, en Julio de 1987. Pero esta vez la organización no estuvo a cargo de instituciones oficiales y se produjo un hecho muy interesante: un gupo de personas independientes, entre las cuales estaba Robert N. Little (Estados Unidos), Jorge Barojas (México), Robert B. Clark (Estados Unidos), Willian C. Kelly (Estados Unidos), Marco Antonio Moreira (Brasil), Jorge Antillón Matta (Guatemala), entre otros, se constituyó en Consejo para las Conferencias Interamericanas sobre Educación en la Física, eligió a R. Beck Clark como Presidente, a Jorge Baradojas como Vicepresidente y a W. C. Kelly como Secretario Ejecutivo con sede en la American Association of Physics Teachers, y decidieron organizar la siguiente conferecia en México.

Creo muy interesante destacar esta iniciativa privada de un grupo de científicos con dinamismo y prestigio internacional que, convencidos de la conveniencia de las Conferencias para todos nuestros países, las rescataron del olvido y, con ayuda de muy diversas instituciones dedicadas a la ciencia y la educación, las reactivaron con buen éxito.

El grupo ejecutivo invitó a participar de la organización a físicos y docentes de toda América, y de la Argentina nos incorporamos Hugo Tricárico y Alberto P. Maiztegui. Un destacado integrante del Consejo es Leo Lederman, entonces Director del Fermilab y posteriormente Premio Nobel de Física.

De la Conferencia Interamericana 1987 participaron más de 300 personas de unos 30 países bajo el lema "Redes cooperativas en Educación en la Física". El informe final, editado por el Presidente del Comité organizador, Jorge Barajas, fue publicado por el American Institute of Physics.

Al finalizar, el Consejo, renovó sus autorida-

des, eligiendo Presidente a Alberto P. Maiztegui (Argentina), Vicepresidente a Celso Luis Ladera (Venezuela) y reeligió Secretario Ejecutivo a William C. Kelly (Estados Unidos). Como sede de la Conferencia 1990 eligió a Caracas, Venezuela. Dificultades de diversa índole obligaron a postergarla hasta 1991.

La reciente Conferencia se realizó en la Universidad Simón Bolivar, Caracas, Venezuela, entre el 14 y el 20 de Julio de 1991. El lema fue "Innovando hacia el 2000". Se habían organizado Conferencias Principales, Grupos de Discusión, y Presentación de Trabajos.

El Lunes estuvo dedicado a "Contenidos en la Enseñanza de la Física". Por la mañana, la Conferencia sobre ese tema estuvo acargo del Profesor Alfred Plug, de la Universidad de Viena, Austria. Luego Siegbert Raither, del Departamento de Investigación Científica y Enseñanza Superior de la UNESCO, Paris, y Jorge Baradojas, de la Universidad Nacional Autónoma de México, expusieron sobre el proyecto que está realizando la UNESCO sobre Cursos Universitarios Fundacionales de Física para actualizar la enseñanza, particularmente para no físicos. Por la tarde, el Prof. Alvaro Restuccia, de la Universidad Simón Bolívar, ofreció la Conferencia "Unificación de las fuerzas fundamentales: desde las partículas puntuales a las supercuerdas".

El Martes se dedicó a "Física, Tecnología y Sociedad". La Conferencia estuvo a cargo del Prof. George Marx de la Universidad de Eötvos, Budapest, Hungría. Enseguida Jorge Barojas ocupó la Cátedra en homenaje a Robert Little.

Por la tarde se realizó una excursión.

El Miércoles estuvo dedicado a "Cambio conceptual y Solución de Problemas". La Conferencia fue presentada por Ana María Carvalho de Pesoa, que expuso sobre "Formación de Conceptos en niños", con un video sobre el fenómeno de flotación.

Por la tarde, se organizaron Grupos de Discusión: uno sobre "Investigación en Educación en Física", con la conducción de A. Contreras (Venezuela), Marco A. Moreira (Brasil) y Raiza Villasmil (Venezuela), y otro sobre "Cambio conceptual y Enseñanza", conducido por Leonor C. de Cudmani (Argentina) y J. Sebastia (Venezuela).

El Jueves se destinó a "La Física Experimental y su enseñanza". Por la mañana, la Conferencia estuvo a cargo de K. Luchner (Alemania): "Educación en la Física por experimentos". La Conferencia de la tarde, "La disponibilidad de demostración de clase en clase en la enseñanza de la Física" fue desarrollada por R. Berg (Estados Unidos).

Por la tarde, se realizó una exhibición de juguetes y posteriormente se presentaron partes de los videos "Dinámica de las Rotaciones" y "Arquímedes" (cada uno de 45 minutos de duración), realizados en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, por Alberto P. Maiztegui.

El Viernes se dedicó a "Comunicando en la Enseñanza de la Física", y en la Conferencia de la mañana disertó Donald Ivey (Canadá) sobre "El científico sofisticado".

Por la tarde, se realizó una sesión de demostraciones y la ceremonia de clausura.

El número total de trabajos anunciados es 139, aunque algunos pocos autores no se presentaron.

Nuevas Autoridades del Consejo y la próxima Conferencia

El Consejo eligió nuevas autoridades: Presidente: Ana María Carvalho de Pessoa, de la Universidad de San Pablo, Brasil; Vicepresidente: Jorge Antillón Matta, de la Universidad de Guatemala, Guatemala; Secretario Ejecutivo: Teodoro Halpern, del Ramapo College, Estados Unidos.

La próxima Conferencia se realizará en Julio de 1994 en la ciudad de Guatemala.

CENTRO REDUC
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CORDOBA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES – CENTRO REDUC

El centro REDUC de la Universidad Católica de Córdoba, ha emprendido la elaboración de un Directorio de Investigadores en Educación.

El objetivo de este Directorio es permitir la rápida ubicación de investigadores trabajando en temáticas comunes, a fin de aunar esfuerzos, evitando duplicaciones.

Con este propósito, aspiran a que todos los investigadores de Argentina, estén en conocimiento de los trabajos que cada uno está realizando y en que área y estado se encuentran los mismos.

Los investigadores interesados en enviar o so-

licitar información, deberán dirigirse a:
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CORDOBA – CENTRO REDUC – UCC
OBISPO TREJO 323 – PRIMER PISO 5000 – CORDOBA – ARGENTINA
El Directorio, una vez concluído, estará a disposición de quienes deseen consultarlo.

ENSEÑANZA DE LA FÍSICA MODERNA – FÍSICA ESTADÍSTICA

BADAJOZ (ESPAÑA)

Durante la semana del 19 – 26 de julio de 1992, se realizará en Badajoz (España), una Conferencia Internacional sobre Enseñanza de la Física.

El propósito de esta Conferencia es proporcionar un marco de encuentro, donde expertos en investigación, en las áreas que configuran la Física Estadística y la Termodinámica, en sentido amplio, junto con profesores y especialistas de varios niveles educativos, intercambien ideas y propongan nuevos materiales, métodos y experiencias.

La Conferencia se centrará en torno a grupos de trabajo, por lo que el número de participantes estará limitado. Las conferencias plenarias serán dictadas por destacados investigadores.

La reunión será también una oportunidad para que los participantes contribuyan con paneles informativos o muestras de material donde se recojan sus propias experiencias.

Para solicitar mayor información deberá dirigirse a:

PROF: F. CUADROS
General Secretary
TMP –STATPHYS BADAJOZ' 92
DPTO. DE FISICA – UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
16071 BADAJOZ (SPAIN)

V REUNION LATINOAMERICANA SOBRE EDUCACION EN FISICA (V RELAEF)

CENTRO LATINOAMERICANO DE FISICA — INSTITUTO DE FISICA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – JULIO DE 1992 – PORTO ALEGRE, RS, BRASIL.

Uno de los objetivos del CLAF a lo largo del tiempo ha sido la realización de reuniones latinoamericanas sobre la enseñanza de la Física. La primera ocurrió en 1975 en Villa de Leyva, Colombia; la segunda en 1978 en Belo Horizonte, Brasil; la tercera en 1981 en Oaxtepec, México y la cuarta en 1987 en Mar del Plata, Argentina. Planeamos ahora la quinta reunión a ser realizada en julio de 1992 en Porto Alegre, Brasil.

TEMA BASICO

La formación del profesor de Física en América Latina.

PARTICIPANTES

Número limitado a aproximadamente 120; en particular personas que esten actuando en la formación de profesores de Física o que tengan experiencia local suficiente como para poder actuar en esta área y eventualmente implementar las propuestas discutidas en la Reunión.

TRABAJOS

Se espera que la mayoría de los participantes presenten contribuciones; algunos de los trabajos serán seleccionados para comunicaciones orales y los demás serán expuestos en paneles durante la Reunión.

ACTAS

Serán publicadas inmediatamente después del evento como número especial de la "Revista de Ensino de Física" incluyendo trabajos seleccionados, conferencias, mociones, etc.

INFORMACIONES ADICIONALES Y SUGERENCIAS

Marco Antonio Moreira
Instituto de Física – UFRGS
Caixa Postal 15051
91500 Porto Alegre, RS, Brasil

Fax: 55–512–361762 IFUFRGS
Email: MOREIRA VRELAEF @ IF1.UFRGS.ANRS.BR

VIDEOFISICA, por Alberto P. Maiztegui

VIDEOFISICA

Hace un tiempo que hemos iniciado lo que concebimos como una "exploración didáctica" de

las propiedades de la televisión educativa. Todos conocemos el poder atractivo o cautivante de la pantalla del televisor ¿Porqué no explorar sus propiedades para aplicarlas a la Educación en la Física? Tiene algunas ventajas sobre el cine; por ejemplo la facilidad de proyectar la película; su puesta en marcha, su capacidad de avanzar o de retroceder rápidamente, reiterando escenas u omitiéndolas. En la filmación y en la edición de la película posiblemente la diferencia no es grande; pero el agregado de figuras a las imágenes de TV, logradas por computadoras adicionales, significa una ventaja significativa.

Hemos realizado dos videos: "Dinámica de las Rotaciones" que presentamos en la REF VI en Bariloche 1989, y el video "Arquímedes" sobre el antiguo Principio que presentamos en la REF VII, Mendoza.

El primero describe diez experimentos. Los cinco primeros se refieren a un sistema aislado (sin que desde el exterior se apliquen fuerzas, o se aplican fuerzas con momento nulo); los cinco últimos muestran experimentos con un momento exterior y las consecuencias de su aplicación. Entre estos últimos se muestran las habilidades de un chico jugando con un trompo; y un último experimento (con un giróscopo como péndulo de torsión) es casi increíble. El énfasis del video recurriendo a los vectores $\vec{L}$ (cantidad de movimiento de rotación), $\vec{M}$ (momento de la fuerza exterior aplicada) y a que el cambio $\Delta\vec{L}$ (expresado por la fórmula $\vec{M} \cdot \Delta t = \Delta\vec{L}$) tiene la dirección y el sentido del vector $\vec{M}$ aplicado desde el exterior.

El video "Arquímedes" intenta discriminar el empuje en sus dos partes: 1) el volumen su mergido del cuerpo, y 2) el peso específico del líquido. Muestra luego el densímetro en funciones, y dos aplicaciones: en la industria láctea y en la fabricación de baterías de acumuladores para automotores. Finaliza con una teatralización de la anécdota de la corona de Hierón II, siempre con intención didáctica.

La producción y distribución de estos videos, realizados con subsidios del Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Provincia de Córdoba (CONICOR), aún no está organizada, lo que se espera para el año próximo.

Invitamos a quienes hayan producido o estén produciendo o usando videos para la enseñanza de la Física a dirigirse a nuestra Revista con información sobre su actividad. Con la información que recibamos estudiaremos la posibilidad y conveniencia de organizar una reunión para 1992. Rogamos dirigir la correspondencia a:

VIDEOFISICA
Casilla de Correo 40
5016 Còrdoba.

RESEÑA

"LES ORIGINES DU SAVOIR. DES CONCÉPTIONS DES APPRENANTS AUX CONCEPTS SCIENTIFIQUES"

André Giordan, Gérard de Vecchi(Actualités pédagogiques et psychologiques. Delachaux et Niestlé, 1990)

Es cosa bien conocida que los conocimientos científicos impartidos en la escuela, para algunos reforzados en el colegio y en la universidad, no siempre alcanzan el nivel de instrumentos útiles en la vida de los individuos. Veamos por ejemplo el caso de las leyes de Newton: ellas son enunciadas con esmero en nuestras Facultades científicas, ejemplos de su uso son analizados en detalle y tras ello una copiosa colección de problemas a resolver son entregados a los alumnos, quienes disponen de textos y docentes para consultar, luego vienen los exámenes donde lo aprendido es juzgado, tasado y certificado. Sin embargo numerosas experiencias han mostrado en forma indudable que la esencia de la mecánica generalmente no ha impregnado las mentes estudiantiles, cuestiones elementales, pero que se salen del libreto preestablecido, son contestadas por los alumnos evidenciando que han restado en el paradigma aristotélico y sólo conocen del galileano algunos términos característicos que etiquetan conceptos que les son ajenos.

Esta cuestión ha sido un tema de investigación candente en los últimos años desde que fuese presentado en la literatura norteamericana a comienzos de la pasada década. En nuestro país la discusión se ha reflejado en numerosos artículos presentados a las reuniones de la APFA y en esta misma revista. Lo común es practicar encuestas y hacer estadísticas sobre estudiantes universitarios, pero a nadie escapa que las dificultades en la adhesión de los conceptos científicos se da en todos los niveles de educación y por supuesto no está restringida al sólo campo de la dinámica.

Giordan y de Vecchi presentan en su libro un magnífico alegato que no sólo describe el problema didáctico sino que también ofrece un marco teórico del aprendizaje que señala vías de análisis y de mejoramiento de la situación. La solución propuesta quizás puede resumirse con brevedad en la siguiente cláusula.

Quien enseña, amén de conocer lo que explica, debe prestar suma atención a los conocimientos previos de sus alumnos, y a cómo con estos marcos cognoscitivos se reelaboran, discuten e incorporan los nuevos conceptos presentados en clase.

Los autores han dividido la obra en tres partes claramente diferenciadas:

– Estado de los conocimientos científicos adquiridos.

– Las concepciones de los alumnos.

– Las concepciones, una herramienta de integración y de decisión.

En la primera parte se establece cuál es la realidad actual de la enseñanza del saber científico, evidenciada por esa sensación de fracaso en la obtención de los fines prefijados que invada al cuerpo de enseñantes no sólo en Francia sino también en el resto del mundo, expuesta por los autores con lujo de detalles en ejemplos tomados de la experiencia escolar. Los conocimientos son olvidados con rapidez, son transmitidos con dificultad de un nivel al otro de la enseñaza y no cumplen un papel integrador que permita manejar en la vida cotidiana la abrumadora cantidad de información que los medios suministran. Los autores exponen con lujo de detalles ejemplos tomados de la experiencia escolar pasando en revista temas de estudio tales como el proceso de digestión, la molécula de ADN, la teoría heliocéntrica, los glóbulos blancos, el ciclo de menstruación y los clásicos conceptos de dinámica elemental. En todos los casos se ha cumplido con un riguroso protocolo de investigación ratificándose que

las concepciones precientíficas son tenaces, bloqueando la conversión a un nuevo paradigma. Como ya lo había señalado hace un medio siglo Bachelard (quien fue por varias décadas profesor de liceo): "Siempre me ha asombrado que los profesores de ciencia no comprendan que no se comprende. Ellos no han reflexionado sobre el hecho que el adolescente llega a la clase de Física con conocimientos empíricos ya constituídos: no se trata tanto de adquirir una cultura experimental sino más bien de derribar los obstáculos amontonados por la vida cotidiana".

Como ejemplo de una tipología de las concepciones se toma el análisis de la fecundación y el desarrollo del embrión y del feto, con multitud de repuestas de los alumnos muy indicadas para reflexionar sobre cómo el antiguo misterio de la concepción es fuente de tantas concepciones imaginativas, cuando no divertidas, lo cual nos muestra una vez más que los conceptos científicos son una elaboración del espíritu lograda en confrontación con la realidad y sujetos a posibles cambios. La enseñanza dogmática sólo aporta un conocimiento no-organizado y por lo tanto ineficaz.

La segunda parte encara de lleno una posible solución para evitar que esta situación perdure. En primer lugar los autores repasan brevemente la historia del problema filosófico sobre cuáles mecanismos nos permiten hacer una representación de la realidad. Por supuesto no falta allí la presentación crítica de las ideas propias a la psicología genética y la mención de las investigaciones recientes, entre ellas las de Novak y Ausubel, aunque debe señalarse que en toda la obra predominan las citas de bibliografía francesa.

Si bien el término más usado es el de "representaciones", los autores prefieren el uso de la palabra "concepciones", en le sentido de elemento motor esencial para la construcción del conocimiento, el cual a poco de evolucionar se transforma en un modelo explicativo basado en "modalidades psicológicamente y socialmente determinados e interdependientes". A la pedagogía que cree en la posibilidad de un tránsito suave entre las concepciones de los estudiantes y el saber científico, bien que considera útil como medio de aproximación, se contrapone la idea de obstáculo epistemológico de Bacherlard y Canguilhem; surge entonces la necesidad didáctica que conduce a estudiar intimamente cómo se construye el concepto en el científico y en el estudiante. Para ello los autores se apoyan en los aportes de la Historia de la Ciencia.

Claro está que no es posible reproducir en clase las etapas históricas de la formación de un concepto dado, pero si es imprescindible conducir la reproducción de tal concepto a partir de las concepciones con las que viene munido el estudiante y a través de sucesivas transformaciones aproximativas. El conocimiento del proceso histórico es una ayuda invalorable para quien enseña y también se preocupa en observar como sus alumnos aprenden.

La tercera parte, que Giordan y de Vecchi proponen sea leída en primer lugar por quienes ya tienen una experiencia sobre estos temas, brinda varias estrategias didácticas para tomar en cuenta las concepciones en el proceso educativo o de divulgación. Finalmente es presentado el recurso de los modelos explicativos, suerte de estructuras de referencias que permiten materializar una idea. Dado que la experiencia muestra numerosos fracasos en la enseñanza de modelos, se trata entonces de generar condiciones que permiten el avance del estudiante sin pretender que arribe en pocos pasos al conocimiento final buscado. Los autores presentan modelizaciones muy interesantes sobre el calor y la temperatura, tema al cual se hace referencia varias veces a lo largo de la obra, haciendo uso de analogías hidráulicas.

La eficacia del modelo se comprueba por su virtud como desencadenante de nuevos interrogantes y su capacidad asociadora entre conceptos antes separados. En las sucesivas etapas de formación de nuevos conceptos por las que va pasando el alumno, el rol de quien enseña es fundamental como orientador y, en el viejo estilo, como depositario del saber final. La inversión de papeles, pues quien pregunta es de esta manera el alumno puesto que al intentar sus modelos las dudas surgen raudas, presenta sus riesgos para el enseñante y para que resulte efectiva es necesario reunir varias consiciones en cuanto a conocimientos didácticos y científicos, sin olvidar la relacionadas con el contexto educativo propiamente dicho. Séanos permitida una reflexión sobre la situación en nuestro país, un educador que se lance sin apoyo institucional a la construcción por etapas, y en forma discursiva junto a sus alumnos, del conocimiento consagrado en los textos sólo conseguiría hacer peligrar su propia estabilidad funcional pues, por ejemplo, hay programas enciclopédicos a cumplir, por mencionar sólo lo más obvio. Sin dudas es necesario un debate serio, que involucre a los enseñantes y a quienes tienen la altísima función de coordinar y dirigir la enseñanza a nivel nacional, sobre qué es lo que se enseña y cómo se enseña,

para lograr un esquema donde se pueda pretender la salida de los adolescentes del secundario con una verdadera cultura científica. En este sentido puede ser beneficioso meditar el mensaje polimórfico de los dos proverbios chinos que figuran en el epígrafe del último capítulo:
"Cuando más el maestro enseña, menos el alumno aprende". "Cuando el alumno está listo el maestro aparece".

Carlos D. Galles
Departamento de Física
Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería.
Av. Pellegrini 250
2000 ROSARIO

Revista de Enseñanza de la Física

Volumen 4 – Número 1 – Diciembre 1991

Editorial 3

Física básica en la enseñanza de la Física

Termocuplas: una alternativa para la medición de temperaturas
M.A. LARA Y R. GASPAR 6

Colores
A. RELA 12

Cómo es una holografía
A. MAIZTEGUI Y L. IPARRAGUIRRE 19

Problemática de la Enseñanza

Reflexiones sobre la Enseñanza y difución de la Astronamía
J. SERSIC 28

Historia de la Ciencia

Modernos Arquitectos del Sistema Periódico
L. RUBY 36

Taller y Laboratorio

Péndulo Electromagnético
A. FRASCINO 44

Informaciones sobre Instituciones, Sociedades, Congresos y Reuniones 47

Comentarios sobre Libros o Artículos 57

IMPRESO EN CNEA